

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS:**

**Subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

**Bach. Mikhael Alain NAVARRETE VEGA**

ASESOR:

**M. Sc. Wilber Samuel QUIJANO PACHECO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A mis padres Gustavo A. Navarrete  
Soncco y Elsa Vega Oré, a mi hermano  
Luis Fernando Navarrete Vega por su  
amor, confianza, apoyo y sacrificio.

A mis amados abuelos Isaías y Nieves, y a  
mis tíos por ser pilares fundamentales en  
mi vida.

A Eymi C., por su cariño incondicional  
y perseverancia.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater, por haberme permitido desarrollarme profesionalmente en sus ambientes académicos y mostrarme una comunidad muy enriquecedora y amplia.

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias por permitirme conocer a los docentes de que me brindaron conocimientos y experiencias para mi desarrollo profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias que permitieron que alcance más conocimientos con sus enseñanzas y vivencias enfocando siempre la importancia tanto del conocimiento como de la moral.

Al ingeniero Wilber Quijano Pacheco por su invaluable apoyo como asesor en todo el proceso de investigación ya que esto sumado con su paciencia y conocimientos fueron indispensables para el desarrollo de este trabajo.

A mis padres Gustavo y Elsa por el apoyo que me brindaron con humildad, perseverancia, motivación y trabajo para poder desarrollar todos los aspectos de mi vida para así obtener más logros para mi vida profesional.

A mis abuelos Isaías, Nieves, mis tíos y mi hermano porque siempre creyeron en mí y me demostraron un cariño y amor infinito.

A la familia Carpio Quispe, en especial a Eymi C., que me permitieron desarrollar esta investigación en sus ambientes y me brindaron el apoyo necesario para el desarrollo del presente estudio.

A mis amigos que me acompañaron a lo largo de este interesante camino universitario y a los que me acompañan desde mucho antes.

## ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	1
Introducción .....	2
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>4</b>
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. La tara .....	4
1.1.1. Características generales.....	4
1.1.2. Taxonomía de la Tara .....	5
1.1.3. Descripción morfológica.....	6
1.1.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	7
1.1.5. Fenología de la tara.....	8
1.1.6. Distribución de la tara.....	8
1.1.7. Producción nacional de la tara .....	9
1.1.8. Composición del fruto de la tara.....	11
1.1.9. Usos industriales de la tara .....	12
1.1.10. Valor nutricional de los componentes de la semilla de tara.....	14
1.1.11. Comparación de la harina de subproducto de tara (HSPT) con otras fuentes proteicas.....	14
1.1.12. Usos de la Harina de Subproducto de Tara (HSPT) en la alimentación animal	16
1.1.13. Compuestos antinutricionales presentes en la HSPT.....	18
1.1.14. Eliminación de compuestos antinutricionales de la HSPT .....	20
1.2. Cuy.....	23
1.2.1. Características generales.....	23
1.2.2. <i>Clasificación taxonómica del cuy</i> .....	24
1.2.3. <i>Digestibilidad del alimento por el cuy</i> .....	25
1.2.4. <i>Fisiología digestiva del cuy</i> .....	25
1.2.5. <i>Cecotrofia</i> .....	26

1.2.6.	Utilización de Forraje verde hidropónico en los sistemas de alimentación de cuyes .....	27
1.2.7.	Necesidades nutritivas del cuy .....	27
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>29</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
2.1.	Ubicación del experimento .....	29
2.2.	Duración .....	30
2.3.	Infraestructura y materiales .....	30
2.3.1.	Galpón.....	30
2.3.2.	Pozas .....	30
2.3.3.	Comederos y bebederos .....	31
2.3.4.	Materiales empleados en el desarrollo del experimento .....	31
2.3.5.	Materiales sanitarios empleados en el desarrollo del experimento	32
2.4.	De los animales.....	32
2.5.	Alimento .....	33
2.5.1.	Forraje verde hidropónico (F.V.H.) .....	34
2.6.	Tratamientos .....	35
2.7.	Producto a evaluar .....	35
2.8.	Asignación de unidades experimentales.....	36
2.9.	Parámetros evaluados .....	37
2.9.1.	Peso Vivo.....	37
2.9.2.	Consumo de alimento .....	37
2.9.3.	Ganancia de peso .....	38
2.9.4.	Índice de conversión alimenticia .....	38
2.9.5.	Rendimiento de Carcasa .....	38
2.9.6.	Análisis nutricional de los productos evaluados.....	38
2.9.7.	Mérito económico .....	39
2.10.	Manejo sanitario .....	39
2.11.	Mortalidad .....	39
2.12.	Diseño estadístico.....	40
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>41</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>41</b>
3.1.	Resultados de los análisis químicos del alimento.....	41
3.2.	Consumo de alimento .....	44
3.3.	Peso vivo y ganancia de peso .....	49

3.3.1.	Peso vivo.....	49
3.3.2.	Ganancia de peso .....	56
3.4.	Índice de conversión alimenticia (ICA).....	62
3.5.	Rendimiento de carcasa .....	69
3.6.	Retribución económica .....	73
3.7.	Mortalidad .....	76
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>80</b>
4.	CONCLUSION.....	80
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>81</b>
5.	RECOMENDACIONES.....	81
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	82
7.	ANEXOS .....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1.1 Composición de los componentes de la semilla de la tara.....	14
Tabla 1.2 Requerimiento nutricional de los cuyes.....	28
Tabla 2.1 Fórmulas de alimento balanceado para cada tratamiento .....	34
Tabla 3.1 Resultados de los análisis químicos del alimento, HSPT y FVH.....	41
Tabla 3.2 Consumo total acumulado promedio de alimento en M.S.....	44
Tabla 3.3 Análisis de la varianza del consumo de alimento .....	47
Tabla 3.4 Prueba de contraste Tukey para el consumo de alimento de los tratamientos..	48
Tabla 3.5 Peso vivo por tratamiento .....	49
Tabla 3.6 Análisis de la varianza del Peso vivo.....	54
Tabla 3.7 Prueba de contraste Tukey para el peso vivo obtenido por los tratamientos ....	55
Tabla 3.8 Ganancia de peso por tratamiento.....	56
Tabla 3.9 Análisis de la varianza de la ganancia de peso .....	60
Tabla 3.10 Prueba de contraste Tukey para la ganancia de peso.....	61
Tabla 3.11 Índice de conversión alimenticia (ICA).....	62
Tabla 3.12 Análisis de la varianza de los índices de conversión alimenticia .....	67
Tabla 3.13 Prueba de contraste de Tukey para los índices de conversión alimenticia .....	68
Tabla 3.14 Rendimiento de carcasa .....	69
Tabla 3.15 Análisis de Varianza del rendimiento de carcasa .....	72
Tabla 3.16 Prueba de contraste de Tukey para los índices de conversión alimenticia .....	73
Tabla 3.17 Costo del alimento consumido.....	74
Tabla 3.18 Retribución económica .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1 Ubicación del lugar de experimentación .....	29
Figura 2.2 Distribución de pozas .....	31
Figura 2.3 Esquema de pozas y unidades experimentales. ....	33
Figura 2.4 Sorteo y asignación de unidades experimentales .....	37
Figura 3.1 Efecto del tratamiento sobre el consumo de alimento .....	45
Figura 3.2 Líneas de tendencia del consumo de alimento .....	46
Figura 3.3 Efecto del tratamiento sobre el peso vivo.....	51
Figura 3.4 Líneas de tendencia del peso vivo .....	53
Figura 3.5 Efecto del tratamiento sobre la ganancia de peso.....	58
Figura 3.6 Líneas de tendencia de la ganancia de peso .....	59
Figura 3.7 Efecto del tratamiento sobre el índice de conversión alimenticia .....	64
Figura 3.8 Líneas de tendencia de los índices de conversión alimenticia .....	65
Figura 3.9 Riñón de un ejemplar del tratamiento 4 al morir.....	78
Figura 3.10 Vejiga de un cuy del tratamiento 4 con líquido rojizo en su interior .....	78
Figura 3.11 Intestinos con la presencia de venas muy marcadas en un cuy del tratamiento 4.....	79

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el uso de un ingrediente alternativo en la alimentación animal, la harina de subproducto de tara (HSPT). cuyo objetivo fue evaluar el tratamiento de cocción y enjuagado de subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) en niveles para raciones en engorde de cuyes. Se planteó bajo el diseño completamente randomizado con cuatro tratamientos tres repeticiones y tres cuyes como unidad experimental. Se utilizó 36 cuyes recién destetados machos mejorados. Los tratamientos tuvieron la inclusión en el alimento balanceado (0, 10, 15 y 20%) de la HSPT sometidos al proceso de cocción y enjuague, la duración del experimento fue 45 días. Los resultados fueron que el tratamiento con 20% de inclusión no culminó la prueba presentando intoxicación, con los otros tratamientos para los parámetros evaluados existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) a favor del testigo; sin embargo, se nota la viabilidad y mejor retribución económica con el tratamiento de 10% de inclusión de la HSPT, concluyendo que siendo un producto de la región con un buen contenido proteico, se necesita mayores estudios que permitan mejorar la técnica del proceso y evitar los compuestos antinutricionales que impiden su utilización.

**Palabras Clave:** Harina de subproducto de tara (HSPT), compuestos antinutricionales, Cuy.

## **INTRODUCCIÓN**

La tara es un cultivo que presenta muchos beneficios comerciales debido a la utilización de sus frutos en diferentes ámbitos industriales. Puede estar presente en la industria alimentaria y la farmacéutica, gracias a los compuestos que forman parte de su fruto. No obstante, luego de los procesos destinados a utilizar los compuestos útiles para estas industrias, el germen como residuo agroindustrial del fruto de la tara, no tiene una utilidad significativa, pero este sub producto posee un alto contenido de proteína y puede ser empleado en la alimentación animal (De la Cruz, 2004).

El Perú como mayor productor de tara a nivel mundial con 8 060,256 ha y siendo Ayacucho una de las regiones con mayor producción de este cultivo; además, en estos últimos años se amplió la frontera agrícola para este producto en casi un 20% (ECOBONA, 2008), sin embargo, la tara se industrializa en nuestra localidad generando altos niveles de este residuo que no se está utilizando adecuadamente (Mieses, 2017), y al existir poca información de su utilización, requiere mayores trabajos de investigación en diferentes procesos que se evite los componentes antinutricionales para su uso como fuente proteica en la alimentación animal.

Por otro lado, el incremento en la producción de cuyes ha generado una mayor demanda de los alimentos para la producción de alimentos balanceados, siendo nuestra región, una región que presenta un déficit en ingredientes, que bien este subproducto se

puede aprovechar generando oportunidades de negocios (Reyes et al., 2021), con ello se incorporaría como un ingrediente nuevo para abaratar los costos en esta producción.

Sin embargo, su utilización en la alimentación de cuyes aún presenta ciertas limitaciones. Torres (2007) y Quispe (2006) encontraron que el nivel máximo de inclusión permitido es del 4%. No obstante, Mieses (2017) y Enríquez (2022), mediante un tratamiento de cocción, lograron incrementar su uso hasta un 10% en forma de harina, recomendando incluso niveles superiores. Al tratarse de un producto local, se necesitan más estudios para garantizar su uso real como subproducto agroindustrial.

Con estas premisas, se pretende evaluar el germen de la tara como subproducto agroindustrial, mediante el proceso térmico de cocción y enjuagados con ello se estaría reduciendo los compuestos antinutricional que puedan presentarse para tener la seguridad de ser utilizado a mayor proporción que el 10% como se demostró en los trabajos previos en los cuyes.

Por consiguiente y por lo antes mencionado se tienen los objetivos siguientes:

Siendo el objetivo general: Evaluar el subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024

.Y los objetivos específicos: Determinar los niveles óptimos de harina de subproducto de tara incluido en las raciones de engorde para el rendimiento productivo de los cuyes (consumo de alimento, peso vivo, índice de coinversión alimenticia y rendimiento de carcasa) y Determinar la retribución económica de la harina de subproducto de tara en niveles para el engorde de cuyes.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. La tara

#### 1.1.1. Características generales

Dostert et al. (2009) mencionan que la tara (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) es una planta permanente que puede llegar a desarrollarse como un árbol o un arbusto. Destaca por la presencia de espinas a lo largo del tallo y las ramas, y cuenta con una altura que suele fluctuar entre los tres y cinco metros, pudiendo alcanzar los ocho metros en algunas ocasiones.

De la Cruz (2004) Considera que la tara es una planta rústica originaria del Perú y otros países de Sudamérica que altamente versátil, ya que presenta una notable capacidad de hacer frente a condiciones desfavorables, como la sequía, el ataque de plagas y las enfermedades. Sin embargo, el mayor interés que presenta esta planta son sus frutos, ya que, son empleados ampliamente en la industria de la curtiembre, farmacéutica, química cosmética, caucho, petróleo y muchas más.

Este árbol ha sido utilizado ancestralmente por las culturas andinas, específicamente las vainas de este árbol utilizado especialmente en la curtiembre, impermeabilizado de ollas de barro, pinturas textiles, etc. Por otra parte, sus propiedades

alimenticias, medicinales, combustibles y maderables están dadas gracias a las propiedades astringentes que presenta la tara en sus vainas (De La Torre, 2018).

Los árboles de tara pueden cultivarse en diferentes configuraciones, como cercos vivos, bordes de parcelas y sistemas agroforestales. Teniendo en cuenta que, desde el tercer año, este cultivo puede llegar a presentar una rentabilidad económica debido a que este fruto tiene una gran demanda en el mercado internacional, lo cual representa una gran oportunidad para impulsar el desarrollo de las comunidades rurales. Además, su cultivo sigue siendo una opción viable para promover el progreso de la población rural andina, dado que la producción nacional no es suficiente para satisfacer la demanda mundial (Vega, 2019).

### **1.1.2. Taxonomía de la Tara**

Para la Taxonomía de la tara (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze), Alemán (2009) menciona que la clasificación taxonómica de la tara es la siguiente:

Orden: Rosales

Familia: Caesalpinaceae

Género: *Caesalpinia*

Especie: *C. spinosa*

Nombre científico: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze

Nombres comunes: tara, guarango, vainillo, taya

### **1.1.3. Descripción morfológica**

La tara presenta en su tronco una forma redondeada, con presencia de espinas a lo largo de su recorrido. En algunas ocasiones, suele ser retorcido. También presenta una corteza grisácea y abundantes ramas que, a su vez, presentan espinas. A menudo, las ramas se originan cerca de la base del tronco, lo cual da un aspecto de que la planta presenta varios troncos. Por otro lado, las hojas están presentes en las ramas. Estas presentan un color verde oscuro y están organizadas de manera bipinnada, presentando de 2 a 3 pares de foliolos, aunque es posible encontrar hasta 5 pares. Las flores se encuentran agrupadas en racimos terminales que pueden tener una longitud de entre 15 y 20 cm, presentando una gran variedad de colores. Los pétalos tienen colores que varían entre el amarillo y el rojizo, con estambres de color amarillo, específicamente 10 estambres. (Dostert et al., 2009).

El fruto de la tara puede llegar a tener tres formas diferentes, siendo estas: oblonga, ligeramente falcada o falcada. Su apariencia superficial puede ser aplanada, ligeramente globosa o profundamente globosa en cada semilla. Además, presenta colores que varían entre amarillos, anaranjados y rojizos. Dentro de la vaina se encuentran las semillas, que también tienen formas muy diversas, pudiendo ser: obovada globosa, obovada aplanada o romboide, con tonalidades que pueden ser marrón o marrón grisáceo (Villena et al., 2019).

Además, la tara es una planta que, en sus diferentes órganos, contiene una variedad de compuestos químicos, entre los que destacan los polifenoles, específicamente los taninos. Estos compuestos cumplen el rol de defensa frente a daños ocasionados por insectos y otros animales, así como de protección contra microorganismos y parásitos. La producción de estos metabolitos ocurre en los idioblastos subsféricos y en los tricomas glandulares, que son células especializadas encargadas de la síntesis y el almacenamiento

de metabolitos secundarios. Cabe destacar que estos compuestos se concentran en el tejido parenquimático, lo cual explica su presencia en los frutos de la tara. (Martel et al., 2014).

#### **1.1.4. Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo de la tara no requiere suelos de alta calidad, sino que estos deben brindar condiciones adecuadas para su protección, lo que permite aprovechar terrenos con escaso valor económico. En el Perú, su distribución está determinada principalmente por el clima, el régimen hidrológico y las condiciones fisiográficas, más que por la altitud. Su floración varía de acuerdo con la distribución de las lluvias y la ubicación de las plantaciones. Su cultivo en laderas inclinadas contribuye a la estabilidad de los taludes, mejora las cuencas hídricas y embellece el paisaje, ya que no necesita suelos planos (Vega, 2019).

Su temperatura óptima de desarrollo oscila entre 16°C y 17°C. Aunque se desarrolla mejor en áreas con precipitaciones anuales de entre 400 y 600 mm, también puede crecer en regiones con registros que van desde 200 hasta 750 mm anuales (De la Cruz, 2004).

La tara puede llegar a desarrollarse en su forma natural entre altitudes de 500 y 3200 m de altitud, Sin embargo, cuando se les da las condiciones adecuadas en una agricultura controlada puede llegar a desarrollarse desde los 50m de altitud, encontrándose con mayor frecuencia cerca de cuencas de agua, tanto permanentes como estacionales. Este cultivo se adapta mejor a suelos franco arenosos, ligeramente calcáreos, livianos, sueltos y bien drenados, y resulta ideal si contienen un alto porcentaje de materia orgánica. No obstante, también puede crecer en terrenos más pesados, con mayor proporción de arcilla, pedregosos o degradados, que generalmente no son aptos para la agricultura convencional. A pesar de ello, la tara es sensible al frío extremo, a niveles elevados de humedad ambiental

y a suelos sin drenaje. Aunque soporta los vientos, cuando son demasiado fuertes pueden quebrar sus ramas y provocar la caída de los frutos (Dostert et al., 2009).

#### **1.1.5. Fenología de la tara**

Murga et al. (2016) muestran la fenología reproductiva de la tara en Cajamarca a una altitud de 2260 msnm siendo esta:

- R1: 0 días, inflorescencia con el 5% de flores abiertas.
- R2: 34 días, racimos con el 50% de vainas en formación manteniendo una medida menor a 4cm. - r3.1: 60 días, semillas identificables al tacto, presentando en los racimos el 50% de vainas con un tamaño entre 6 a 10 cm.
- R3.2: 75 días: racimos con el 50% de las vainas llenas, que presentan un color verde oscuro, y a su vez, muestran un 100% de vainas con tamaño entre 6 a 10 cm. - r3.3: 90 días, racimos con el 100% de vainas llenas de color verde oscuro.
- R4: 105 días, racimos con un 50% de vainas que presentan un grosor de 1,5 a 2,5 cm y con una tendencia a colorearse de amarillo.
- R5: 135 días, racimos con un 100% de vainas que presentan un grosor de 1,5 a 2,5 cm y con una coloración amarillo anaranjada.
- R6: 180 días, racimos con un 100% de vainas secas, que presentan una coloración amarilla hasta roja

#### **1.1.6. Distribución de la tara**

El género *Caesalpinia* sensu lato se encuentra distribuido a lo largo de las regiones tropicales de todo el mundo, en las cuales abarca un aproximado de 150 especies, de las

cuales 40 se encuentran distribuidas en Sudamérica. Este género está compuesto mayoritariamente por árboles y arbustos, aunque también incluye algunas lianas en menor proporción (Ulibarri, 1996).

Esta especie puede establecerse en diversos ecosistemas, incluyendo la estepa espinosa montano-baja, el bosque seco montano-bajo, el matorral desértico montano-bajo, el monte espinoso premontano y el matorral desértico premontano (De la Cruz, 2004).

#### **1.1.7. Producción nacional de la tara**

El Perú ha liderado la producción mundial de tara. En total, recolecta 24 038 toneladas métricas de vainas en tres regiones, destinándose el 100% a la transformación y exportación de distintos subproductos. La mayor proporción de esta producción proviene de bosques naturales, en los cuales se implementó un manejo silvicultural para intensificar su rendimiento, aunque también se establecieron plantaciones extensivas en diversas regiones del país, especialmente en la costa. Aun así, los principales centros productivos del país se encuentran en Cajamarca, Ayacucho, La Libertad y Huánuco. En regiones como Cajamarca y Ayacucho existen organizaciones de productores. Sin embargo, se identificó que la intervención de instituciones facilitadoras, tanto estatales como privadas, no estaba unificada. Por esta razón, en 2006 se formalizó en Ayacucho el Grupo Impulsor de la Tara, un espacio de coordinación público privada orientada a fortalecer la competitividad de la cadena en la región (ECOBONA, 2008).

La mayor concentración de la producción de la tara se encuentra en los departamentos de La Libertad, Ayacucho, Cajamarca, Huánuco, Ancash y Cusco; siendo La Libertad, Ayacucho y Cajamarca los departamentos que aportan el 79% de la

producción nacional de tara para el 2018, a su vez, se identificaron 8 060,256 ha de tara en estado silvestre y 5745 ha de tara en plantaciones, cabe mencionar que, Ayacucho es el segundo mayor productor del país después de la Libertad, manteniendo una producción de 8591 Toneladas de vainas de tara para el 2018, lo cual convierte a nuestro departamento en un centro importante de producción en nuestro país, por otra parte, La concentración de la producción nacional de tara se encuentra dada en un 60% por bosques naturales y un 20 % por plantaciones que pueden llegar a mostrar rendimientos de 20 a 40 kg de vainas distribuidos en 2 cosechas con un intervalo de 4 meses al año (Romero, 2019).

Las plantas de tara inician su etapa de fructificación a los 6 años de edad y alcanzan sus niveles máximos de producción entre los 20 y 50 años de edad; la cosecha de los frutos varía según la región: en Cajamarca se realiza entre enero y agosto, en Ayacucho entre mayo y agosto, y en algunos casos puede extenderse desde julio hasta inicios de noviembre. La producción de legumbres depende de las condiciones; en escenarios poco favorables, se obtiene un rendimiento de 10 kg por planta, mientras que en condiciones óptimas puede alcanzar entre 20 y 40 kg por planta. En cultivos ornamentales o bajo cultivo controlado, las plantas suelen producir durante la mayor parte del año. Para las plantas silvestres agrupadas en áreas pequeñas o aisladas, la producción también llega a 10 kg por planta, pero este rendimiento puede incrementarse mediante un riego y fertilización adecuados (Dostert et al., 2009). Este cultivo ofrece un retorno económico significativo, ya que, en su estado silvestre, genera un ingreso bruto de 16,000 nuevos soles por hectárea, cifra que puede duplicarse cuando se organiza su producción (Vega, 2019).

### 1.1.8. Composición del fruto de la tara

Villena et al. (2019) Comenta que los frutos de la tara cuentan en su composición con tres partes principales, siendo estas, la vaina, la semilla y un parte bastante pequeña de desecho siendo los valores porcentuales estos: del 60 al 64%, 34 al 38% y finalmente 2% respectivamente.

Así mismo, De la Cruz (2004) refiere que la vaina constituye un 62% del peso del fruto y es el componente que cuenta con una gran concentración de taninos en su composición. Por otro lado, Las semillas presentes en el fruto cuentan con una composición porcentual de 28% de cáscara, un 34% de gomas, y el 37.5% restante es el germen o la almendra de la tara.

Según el análisis químico realizado a los frutos de tara por De la Cruz (2004), la composición química del fruto de la tara y de sus partes es la siguiente:

- **Fruto de la tara:** Contiene un 11.70% de humedad, 7.17% de proteínas, 6.24% de cenizas, 5.30% de fibra bruta, 2.01% de extracto etéreo, 67.58% de carbohidratos y un 62% de taninos en las vainas.
- **Semillas:** Presentan un 12.01% de humedad, 19.62% de proteínas, 3.00% de cenizas, 4.00% de fibra bruta, 5.20% de extracto etéreo y 56.17% de carbohidratos.
- **Goma:** Tiene un contenido de 13.76% de humedad, 2.50% de proteínas, 0.53% de cenizas, 0.86% de fibra bruta, 0.48% de extracto etéreo y 81.87% de carbohidratos.
- **Germen:** Contiene un 11.91% de humedad, 40.22% de proteínas, 8.25% de cenizas, 1.05% de fibra bruta, 12.91% de extracto etéreo y 25.66% de carbohidratos.

- **Cáscara:** Presenta un 10.40% de humedad, 1.98% de proteínas, 3.05% de cenizas, 1.05% de fibra bruta, 0.97% de extracto etéreo y 83.56% de carbohidratos.

### **1.1.9. Usos industriales de la tara**

Mediante un análisis fitoquímico de la vaina de *Caesalpinia spinosa*, se determinó que esta presenta metabolitos secundarios, entre los que destacan cantidades abundantes de compuestos fenólicos libres, flavonoides y taninos. Además, también contiene otros metabolitos en menores cantidades, como catequinas, leucoantocianidinas, antraquinonas, saponinas y glucósidos, los cuales pueden llegar a tener diversos usos industriales (Limaymanta et al., 2023).

En la utilización de la vaina de tara, de cada 100 kg de vaina cosechada se genera entre un 60 y 64% de polvo de tara. A partir de este polvo, se puede obtener entre un 45 y 50% de extracto tánico. Asimismo, de la vaina se producen taninos en forma de polvo fino o grueso, junto con ácido gálico, los cuales tienen aplicaciones en distintas industrias, como la del curtido de cueros, la cervecera, la farmacéutica y la alimentaria. Este polvo es obtenido mediante la molienda de las vainas después de pasar por un proceso llamado despepitado; en este proceso se obtiene un polvo amarillento que contiene entre un 45 y 50% de taninos. Este polvo también es utilizado en la industria química para la obtención de extracto tánico, que es empleado en el curtido de cueros, pero también se implementa como materia prima para producir ácido galotánico y ácido gálico, obtenidos a partir de la hidrólisis del ácido tánico con ácido sulfúrico. Este tiene propiedades relevantes, debido a que el ácido tánico es utilizado en la industria alimenticia como agente clarificador en la fabricación de vinos, cervezas y alimentos, así como en las industrias fotográfica, papelera

y otras (ECOBONA, 2008). Además, el ácido gálico que es utilizado como antioxidante en la industria del aceite y en la industria cervecera como un elemento blanqueante o decolorante, en fotografía, tintes, como agente curtiembre, manufactura del papel, en productos de farmacia y otros relacionados al grabado o litografía (De la Cruz, 2004). Así mismo, industrialmente los taninos de la vaina de la tara, tienen innumerables usos como, ser utilizados en curtiembre, tintorería, medicina, en la fabricación de plásticos y adhesivo, fabricación de resinas, protección de metales, conservación de aparejos de pesca, clarificador de vinos y cervezas, sustituto de la malta, cosmetología, componente de las pinturas, antioxidante en la industria del aceite y manufactura de papel (programa de desarrollo productivo agrario rural - agro rural, 2018).

La goma de tara se obtiene a partir de la molienda del endospermo de las semillas de tara y su posterior separación de la cáscara y el germen (ECOBONA, 2008). Así mismo, De La Torre (2018) muestra que la goma extraída de las semillas tiene un valor de un 24%, la cual tiene múltiples aplicaciones, especialmente en la industria alimentaria. La goma de tara tiene funciones como un coloide natural y puede desempeñar roles como estabilizante, espesante, emulsionante y aglomerante. Estas características la hacen adecuada para diversos usos en la industria alimentaria, como la preparación de helados, frutas procesadas, yogur, salsas, condimentos, postres y productos cárnicos. Además, se utiliza para espesar guisos, aportar densidad a las cervezas y conservar la humedad en quesos frescos. Fuera del ámbito alimenticio, también tiene aplicaciones destacadas en las industrias farmacéutica, cosmética, papelera y textil.

Finalmente, el germen de tara es obtenido a partir de los cotiledones de la semilla, después del proceso de separación de las partes de la semilla para la extracción de la goma,

y tiene un alto contenido de proteínas, por lo cual se tiene potencial para ser utilizado en la formulación de alimento animal y a su vez, potencial para ser usado en la industria farmacéutica (ECOBONA, 2008).

#### 1.1.10. Valor nutricional de los componentes de la semilla de tara

De la Cruz (2004) obtuvo la composición de la semilla de tara y de los componentes de esta, los cuales se muestran sistematizados en la siguiente tabla:

**Tabla 1.1**

*Composición de los componentes de la semilla de la tara*

	Semilla	Gomas o hidrocoloides	Germen	Cáscara
HUMEDAD	12.01%	13.76%	11.91%	10.44%
PROTEÍNAS	19.62%	2.50%	40.22%	1.98%
CENIZA	3.00%	0.53%	8.25%	3.05%
FIBRA BRUTA	4.00%	0.86%	1.05%	1.05%
EXTRACTO ETÉREO	5.20%	0.48%	12.91%	0.97%
CARBOHIDRATOS	56.17%	81.87%	25.66%	83.56%
AZUCARES	-	83.20%	-	-
TOTALES	-	83.20%	-	-

Fuente: Cuadro elaborado a partir de los resultados de De La Cruz, 2004, donde es posible la distinción en cuanto a proteína presente en el germen de tara, el cual por su alto contenido en proteína puede ser empleado en la alimentación animal.

#### 1.1.11. Comparación de la harina de subproducto de tara (HSPT) con otras fuentes proteicas

En cuanto al contenido proteico de algunos insumos utilizados en la alimentación animal, Taípe et al. (2022), en un análisis de cáscaras y tortas de dos variedades de sacha inchi, *plukenetia volubilis* y *plukenetia huayllabambana*, determinaron los valores

proteicos en la torta, con un 58.8 % y 56.1 %, respectivamente, para cada variedad. Por su parte, Cardona et al. (2003) muestran que fuentes como la torta de algodón y la torta de soya cuentan con valores porcentuales de proteína del 40 % y 46.7 %, respectivamente. Asimismo, reportan el contenido de proteína en la harina de carne, pescado y carne-hueso, con valores de 55 %, 72 % y 50 %, siendo la harina de pescado la más rica en proteína.

Además, Cardona et al. (2003) destacaron que la torta de soya tiene una alta digestibilidad, junto con un bajo contenido de ureasas, mientras que la harina de pescado y la de carne-hueso se caracterizan por presentar altos niveles de calcio y fósforo. Por otro lado, De la Cruz (2004) señaló que el germen de tara contiene un 40.22 % de proteína, lo cual lo convierte en una opción a considerar para la preparación de alimentos balanceados debido a su alto contenido proteico.

Asimismo, Taipe et al. (2022) mencionan que la digestibilidad de la torta de sachá inchi es menor frente a otras oleaginosas, probablemente debido al mayor contenido de fibra presente en su composición. Por su parte, Enriquez (2019), Mamani (2016), Mieses (2017), Quispe (2006) y Torres (2007) identificaron la presencia de compuestos antinutricionales presentes en la tara, los cuales pueden llegar a causar la muerte de los animales que consumen alimentos con cantidades elevadas de HSPT. Por otro lado, Parsons et al. (1997), en referencia a la harina de carne-hueso, mencionaron que su calidad proteica es altamente variable, ya que en la preparación de este insumo se emplean diferentes materias primas y procesos, lo cual interfiere en la digestibilidad y la biodisponibilidad de los aminoácidos. Por otra parte, Mattos et al. (2003) señalaron que la harina de pescado en ensilado es una buena alternativa para el engorde de cuyes, ya que mejora el aumento de peso, la conversión alimenticia y el rendimiento de canal. Sin

embargo, al usarse en mayores cantidades, afecta la palatabilidad del producto y, a su vez, genera un olor y un sabor característicos a pescado en la canal del cuy. Del mismo modo, Cardona et al. (2003) identificaron que el uso de la torta de algodón, su uso podría estar limitado debido a la presencia de compuestos como el gossipol que puede generar problemas en la salud de los animales en grandes cantidades. Por último, Mukherjee et al. (2016) indicó que la soya es una alternativa viable debido a que es una proteína muy económica frente a otras; no obstante, presenta factores antinutricionales como inhibidores de tripsinas, ácido fítico y oligosacáridos.

Finalmente, en cuanto a las aplicaciones en la alimentación animal, Cardona et al. (2003) destacaron que la torta de algodón es una buena alternativa, teniendo en cuenta la cantidad utilizada. Del mismo modo, la harina de carne, considerando su contenido de grasa, y la soya, por su alta digestibilidad y solubilidad proteica, además de su bajo contenido de ureasas, también resultan opciones viables. Asimismo, Taipe et al. (2022) señaló que, a pesar de la baja digestibilidad de la torta de sachá inchi, esta es una alternativa viable debido a su alto contenido proteico y la ausencia de compuestos antinutricionales. Por último, Enriquez (2019) planteó la posibilidad de usar mayores cantidades de HSPT mediante procesos de cocción y enjuague.

#### **1.1.12. Usos de la Harina de Subproducto de Tara (HSPT) en la alimentación animal**

Mamani (2016) En el estudio realizado, analizó la inclusión de cuatro niveles de HSPT en raciones de alimentos destinados a cuyes, utilizando niveles de inclusión de HSPT de 1.5%, 3.0%, 4.5% y 6.0%, además de un tratamiento testigo. Encontró que la mayor ganancia de peso de los cuyes se observó en el tratamiento testigo, con una ganancia

diaria de 19.07 g/día, seguido por el tratamiento que contenía un 1.5% de inclusión de tara, que mostró un resultado similar (18.63 g/día) sin diferencias significativas. Sin embargo, las inclusiones con porcentajes mayores al tratamiento más bajo mostraron una disminución considerable en la ganancia de peso, teniendo como resultado final que los tratamientos con mayor inclusión de HSPT presentaron las menores ganancias de peso diario. Así mismo, encontró que hay una disminución importante de costos de la preparación de alimentos al incluir HSPT en las raciones. Finalmente, Concluyó, que esto se debió a que la HSPT utilizada en el experimento no pasó por un tratamiento térmico previo para eliminar los compuestos antinutricionales. A pesar de lo anterior, al realizar una valoración de las características organolépticas de la carne, no se encontró ninguna diferencia entre los tratamientos con inclusión de HSPT y el tratamiento testigo.

Por otra parte, Quispe (2006) y Torres (2007) encontraron que la utilización de HSPT, tal como se obtuvo de la planta de procesamiento de tara, solo fue viable hasta un 5% de inclusión, ya que no presentó diferencia significativa con el tratamiento testigo. Sin embargo, en valores del 10% o más, tuvo efectos desfavorables para los cuyes, ya que les causó intoxicaciones severas que concluyeron en la muerte de los animales en las primeras semanas tras incluir el alimento que contenía la HSPT cruda. Con esto, se determinó que la HSPT cruda en valores mayores 5%, no es una alternativa viable para su uso en raciones de cuyes.

No obstante, Mieses (2017) determinó, mediante tratamientos térmicos, que la HSPT puede usarse en inclusiones mayores a lo establecido previamente por los trabajos anteriores en raciones para cuyes de engorde. Realizó un tratamiento de tostado, el cual resultó tan mortal como si la HSPT estuviese cruda. Sin embargo, al implementar una

cocción controlada a la HSPT, pudo usarse en cantidades del 10%, por lo que sugirió realizar pruebas con mayores inclusiones de este producto.

En consecuencia, Enriquez (2019) realizó un trabajo de investigación en el cual estudió las inclusiones de 10%, 15% y 20% de HSPT bajo un tratamiento de cocción de 45 minutos y un posterior filtrado en raciones de alimentos balanceados para cuyes, frente a un tratamiento testigo. En este estudio, encontró que la utilización del 10% de inclusión de HSPT es posible y viable. No obstante, las inclusiones con mayor contenido de HSPT llegaron a causar mortalidad de los animales poco tiempo después de la implementación del experimento. Por esta razón, sugirió realizar estudios sobre un proceso similar de cocción con posteriores enjuagues para evaluar su efectividad en la utilización de raciones con una inclusión mayor al 10%.

### **1.1.13. Compuestos antinutricionales presentes en la HSPT**

Debido a reportes de problemas de salud en personas de EE.UU., aparentemente causados por el consumo de harina del germen de tara como suplemento proteico. Entre los efectos reportados, fueron notorios los daños gastrointestinales, hepáticos y renales, Chittiboyina et al. (2023) realizaron un estudio posterior. En el estudio, se descartaron patógenos, micotoxinas, metales pesados, alérgenos y virus como posibles causas. Asimismo, se confirmó que la harina de tara no estaba adulterada con compuestos sintéticos o tóxicos, pero se identificaron tres aminoácidos no proteicos: baikiaína en una concentración del 3 % del peso seco, L-3-hidroximetiltirosina en 1.5 % y L-3-hidroximetilfenilalanina en 0.6 %. De estos, la baikiaína, que está presente en mayor proporción, no contaba con estudios previos sobre su toxicidad. Se realizaron pruebas para

evaluar su toxicidad. En los análisis in vitro no se detectó toxicidad; sin embargo, en los análisis de una prueba de toxicidad in vivo en ratones, se observó que la baikiaína generó un aumento significativo en los niveles de indicadores de daño hepático, así como una elevación de marcadores de daño renal. La investigación concluyó que el daño reportado en personas que consumían la harina de tara se debe a la ingestión de altos niveles de baikiaína, cuyos efectos tóxicos dependerían tanto de la dosis como de las predisposiciones genéticas de cada individuo.

Picariello et al. (2024) caracterizó por primera vez los compuestos fenólicos presentes en el germen de semilla de tara. En su composición, se encontró un alto contenido de flavonoides, especialmente vicenina-2, vicenina-3 y vicenina-1, los cuales poseen una gran capacidad antioxidante. Además, mediante técnicas avanzadas, se identificaron otros compuestos fenólicos, como el ácido gálico, la rutina y los glicósidos de luteolina, que podrían posicionar al germen de semilla de tara como un ingrediente funcional o nutracéutico. Sin embargo, el perfil fenólico de este producto coincide con el perfil tóxico presentado por Chittiboyina et al. (2023), lo cual señala a la tara como responsable del daño a la salud en las personas. No obstante, debido a la presencia de derivados de flavona C-glicósido, identificados previamente en alimentos de consumo generalizado, podría ser posible descartar los compuestos fenólicos como los responsables de la toxicidad del germen de semilla de tara. Por ello, se considera necesario llevar a cabo investigaciones adicionales para evaluar con precisión su perfil toxicológico y el riesgo asociado a su consumo.

Asimismo, Fierro et al. (2024), en su estudio, donde se caracterizó una sola muestra de Harina de germen de tara, refieren que el germen de la semilla de tara cuenta con grandes

cantidades de polifenoles y flavonoides, siendo la vicenina-2 el compuesto fenólico más abundante en su composición, además de una alta concentración de ácidos grasos poliinsaturados, principalmente ácido linoleico. También indican la presencia de elementos traza, como hierro, zinc y cobre, así como una posible contaminación con metales de tierras raras, el gadolinio y disprosio, cuya presencia podría estar relacionada con el suelo donde se produce la tara o con la contaminación ambiental. Finalmente, descartaron la presencia de factores antinutricionales, alérgenos, ácidos grasos y sustancias fenólicas tóxicas.

#### **1.1.14. Eliminación de compuestos antinutricionales de la HSPT**

##### **1.1.14.1. Tratamientos térmicos**

Para la extracción de taninos de las vainas de tara, Camacho et al. (2020) utilizaron el método de calentamiento de una solución que contenía harina de tara. En su estudio, observaron que los extractos de *Caesalpinia spinosa* sometidos a este proceso demostraron ser efectivos para la extracción de taninos.

Por otro lado, Quintana (2009), en su estudio, mostró que la aplicación de alta temperatura durante un lapso de tiempo tiene un efecto inhibitorio en la concentración de taninos en las semillas de *sacha inchi*, logrando una reducción del 78.56 % a una temperatura de 95 °C durante 15 minutos.

Asimismo, Agume et al. (2017) indican que el tostado, como tratamiento térmico, en la harina de soya es capaz de reducir la concentración de fitatos presentes en esta, lo cual ayuda a mejorar sus características físicas y la disponibilidad de nutrientes presentes en la soya.

Finalmente, Mieses (2017) y Enriquez (2019) determinaron que es posible la utilización de hasta un 10 % de inclusión de HSPT en alimentos para cuyes, mediante un proceso de cocción que consistió en cocinar la HSPT durante un lapso de 45 minutos seguido de un filtrado posterior.

#### **1.1.14.2. Remojo y enjuagado**

Para la eliminación de compuestos antinutricionales, Devi et al. (2018) muestran que el remojo puede reducir drásticamente la presencia de compuestos antinutricionales en las semillas de frijol gandul (*pigeon pea*), mejorando así su digestibilidad y disponibilidad de nutrientes. En su estudio, evaluaron compuestos como fenoles, taninos y ácido fítico, que forman complejos con vitaminas y minerales, lo cual disminuye su aprovechamiento. Los resultados indicaron que, en agua destilada, se logró reducir el contenido de fenoles en un 33 %, mientras que en una solución salina se obtuvo una reducción del 60.9 %. Algo similar ocurrió con los taninos, donde se disminuyó un 40.9 % en agua destilada, aunque en solución salina la reducción fue mínima. En cuanto al ácido fítico, la solución salina fue la más efectiva, logrando reducirlo en un 21 %. Esto indica que el remojo es un método simple y eficaz para eliminar compuestos antinutricionales y aumentar la disponibilidad de nutrientes.

Además, Agume et al. (2017) resalta la importancia del el remojo y tostado de la harina de soya ya que estos afectan propiedades fisicoquímicas como la absorción de agua y aceite, el hinchamiento y la capacidad de gelificación, lo que influye en la textura y calidad nutricional de la harina.

### 1.1.14.3. Fermentación

Camacho et al. (2020) también utilizaron el método de maceración de una solución que contenía harina de tara. En su estudio, observaron que no se encontraron diferencias significativas con el método de calentamiento. Esto se debe a que, en la cuantificación realizada en los extractos de *Caesalpinia spinosa* mediante el método volumétrico, no se identificaron diferencias cuantitativas en los taninos extraídos por ambos métodos, lo que indica que ambos pueden ser igualmente efectivos.

Por otro lado, Adeyemo et al. (2016) analizaron el papel de bacterias ácido lácticas del género *Lactobacillus* en la fermentación. Identificaron que la enzima alfa-galactosidasa, producida por las bacterias, alcanzó su máximo valor a los 5 días y tuvo un efecto positivo en la reducción de factores antinutricionales del sorgo, específicamente en los inhibidores de proteasa, fitatos y taninos. Estos hallazgos indican que la fermentación controlada puede reducir la cantidad de compuestos antinutricionales y proveer un alimento fermentado beneficioso.

De igual modo, Ojokoh et al. (2013) analizaron los cambios químicos y nutricionales después de la fermentación de *Treculia africana* y *Vigna unguiculata*. En su estudio, encontraron que el contenido de humedad, proteína y grasa había aumentado después de la fermentación, mientras que los carbohidratos y la fibra cruda disminuyeron ligeramente. Asimismo, se redujeron los componentes antinutricionales, como el oxalato y los fitatos presentes, mejorando en general la calidad nutricional de los alimentos.

De manera similar, Davila et al. (2003) señalaron que la fermentación y la germinación son métodos de fácil implementación y económicos que benefician a las leguminosas. Estos procesos son capaces de reducir la actividad de inhibidores

enzimáticos, así como el contenido de fitatos y taninos. Cabe destacar que las características organolépticas obtenidas después de estos métodos son diferentes a las obtenidas mediante procesos térmicos.

Por último, Mukherjee et al. (2016) presentaron a la harina de soya fermentada como un producto novedoso frente a la harina convencional utilizada en la alimentación animal. En el proceso de fermentación, lograron aumentar la cantidad de aminoácidos libres, mejorar la digestibilidad de proteínas y reducir los compuestos antinutricionales, como el ácido fítico, los inhibidores de tripsinas y los oligosacáridos, debido a la acción enzimática generada por los microorganismos. Además, este alimento mejoró el crecimiento, aumentó la disponibilidad de proteínas y disminuyó las reacciones inmunológicas adversas.

## **1.2. Cuy**

### **1.2.1. Características generales**

El cuy (*Cavia porcellus*) es un animal originario de los Andes sudamericanos. Este se encuentra presente en países como Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador, y es muy valorado en esta región debido a su carne de alto valor nutricional. Esto lo convierte en un alimento fundamental para la seguridad alimentaria. En Sudamérica, es conocido como cuy, cobayo, curi o acure, pero a nivel global se le llama conejillo de Indias y, en inglés, guinea pig (Vivas & Carballo, 2013).

La crianza de cuyes se lleva a cabo, en gran medida, en los Andes, donde su carne es muy apreciada tanto por sus propiedades nutricionales como por su sabor. En este tipo de crianza, la implementación de prácticas pecuarias adecuadas puede garantizar un

proceso efectivo, optimizando la producción y la reproducción animal. Esto asegura el bienestar de los animales, reduce la mortalidad y los costos de producción, y, como resultado, permite una comercialización favorable y rentable (Reyes et al., 2021).

Los cuyes son animales que delimitan territorios mediante señales olfativas, lo cual genera una organización social jerárquica en sus poblaciones. Sin embargo, con la implementación de crianzas tecnificadas, el comportamiento de estos animales ha cambiado en ciertos aspectos. Por ejemplo, se ha observado un aumento en la agresividad, mayor estado de alerta, comportamientos repetitivos como roer las jaulas, y estrés, especialmente en machos adultos debido a la cercanía forzada entre individuos. En cuanto al aspecto reproductivo, no se evidencian diferencias significativas en el comportamiento, aunque cabe destacar que, en las crianzas tecnificadas, los machos pueden identificar el celo más rápidamente (Dávila et al., 2018).

### **1.2.2. Clasificación taxonómica del cuy**

Para la Taxonomía del cuy (*Cavia porcellus*), Vivas y Carballo (2013) señalan la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Animal

Clase: Mamífero

Orden: Roedores

Suborden: Hystricomorpha

Familia: Caviidae

Género: *Cavia*

Especie: *Cavia Porcellus* (especie Doméstica)

### **1.2.3. Digestibilidad del alimento por el cuy**

Los cuyes presentan una notable capacidad de digestibilidad, abarcando materia seca, FND, FDA y dietilo. Destacan especialmente por su habilidad para digerir fibra y sus componentes (Sakaguchi et al., 1987).

El proceso digestivo del cuy consta de dos etapas principales. Primero, se lleva a cabo una digestión enzimática en el estómago. Posteriormente, tiene lugar una digestión bacteriana o fermentación en el ciego. Este proceso permite al cuy realizar la cecotrofía, mediante la cual asimila los nutrientes resultantes de la fermentación (Chauca, 1997). Ya que según Frias (2022), el proceso fermentativo en el ciego del cuy es posible gracias a la presencia de colonias de bacterias benéficas con características probióticas. Estas bacterias desempeñan un papel crucial en la degradación de la fibra.

### **1.2.4. Fisiología digestiva del cuy**

Los cuyes son animales con un sistema digestivo monogástrico que incluye un estómago, donde se realiza una digestión enzimática de los alimentos que el animal ha deglutido. Posteriormente, cuentan con un ciego funcional en el que se lleva a cabo una fermentación bacteriana. La actividad de esta fermentación está vinculada a la composición del alimento suministrado (Chauca, 1997).

Además, Chiou et al. (2000) encontraron que los cuyes presentan una larga retención colónica y una notable capacidad de digestión de fibra cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida. Por ello, concluyen que estos animales tienen una alta eficiencia en el aprovechamiento de fibra durante la digestión. Asimismo, poseen un ciego funcional de gran tamaño que les permite seleccionar residuos de manera diferenciada

según el tamaño de las partículas presentes. Las partículas más pequeñas son sometidas a un proceso de fermentación, mientras que las partículas más grandes son eliminadas en forma de heces duras.

### **1.2.5. Cecotrofia**

El cuy realiza la cecotrofia, un proceso digestivo que se basa en el consumo de cecotrofos, es decir, heces blandas que se producen en el ciego. Estos cecotrofos son ingeridos directamente del ano por estos animales, ya que participan en una segunda digestión del alimento. Este mecanismo les permite aprovechar de mejor manera los nutrientes suministrados en el alimento, los cuales no se asimilaban completamente durante la primera digestión. Cabe destacar que esta práctica es realizada generalmente por los cuyes durante la noche, lo que dificulta su observación (Cardona et al., 2020).

Por otro lado, Chauca (1997) menciona que los cuyes realizan la cecotrofia con el objetivo de maximizar la utilización del nitrógeno presente en la fibra restante. Este proceso contribuye a que el animal cuente con buenas características de productividad, siempre y cuando las raciones suministradas presenten niveles de proteína dentro de rangos medios o bajos. Asimismo, señala que los forrajes, como la chala de maíz y la alfalfa, muestran una digestibilidad aparente de 68.47% y 69.40% respectivamente, siempre que se permita la cecotrofia. En contraste, si esta actividad se restringe, la digestibilidad aparente de estos mismos forrajes disminuye a 50.44% y 64.73%, respectivamente.

### **1.2.6. Utilización de Forraje verde hidropónico en los sistemas de alimentación de cuyes**

Los sistemas de alimentación mixta, que combina alimentos balanceados y forraje verde, muestran un mayor consumo de materia seca en comparación con una crianza basada únicamente en un sistema de alimentación balanceada. No obstante, no presentó una conversión alimenticia tan eficiente como la del sistema basado únicamente en alimento balanceado. Aunque, en cuanto al rendimiento de carcasas, no presentan diferencias. (Reynaga et al., 2020).

Asimismo, Es importante señalar que, en zonas donde hay escasez hídrica y la disponibilidad de forraje es muy reducida, es posible incluir forraje verde hidropónico (FVH) en la dieta de los cuyes. Esta práctica resulta una alternativa económica viable frente a los costos asociados al uso exclusivo de alimentos balanceados. Por lo tanto, el FVH se presenta como una opción muy efectiva para zonas con escasez hídrica y para mejorar la calidad nutricional, siempre y cuando se utilice como complemento de dietas capaces de suplir los requerimientos nutricionales de los cuyes (Hinojosa et al., 2022).

### **1.2.7. Necesidades nutritivas del cuy**

Chauca (1997) indica que, los cuyes requieren agua, aminoácidos, ácidos grasos, fibra energética, minerales y vitaminas para lograr una correcta producción cárnica teniendo en cuenta la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente, por esto, es necesario mantener una dieta equilibrada y completa; estos requerimientos nutricionales no son alcanzables solo con un suministro de forraje únicamente en la alimentación de los

animales, es alcanzable con la incorporación de más insumos en la alimentación de estos animales.

**Tabla 1.2**

*Requerimiento nutricional de los cuyes*

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Energía digestible	Kcal.Kg-1MS*	2.800-2.860	2.860-3.000	2.800-2.900
Proteína	%	18-20	18-22	13-18
Fibra	%	8-17	8-17	6-10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,2
Fósforo	%	0,8	0,8	0,4 0,7
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Cardona et al. (2020) desarrolló este cuadro a base de información que recopiló de los requerimientos nutricionales de los cuyes en sus distintas etapas.

## CAPÍTULO II

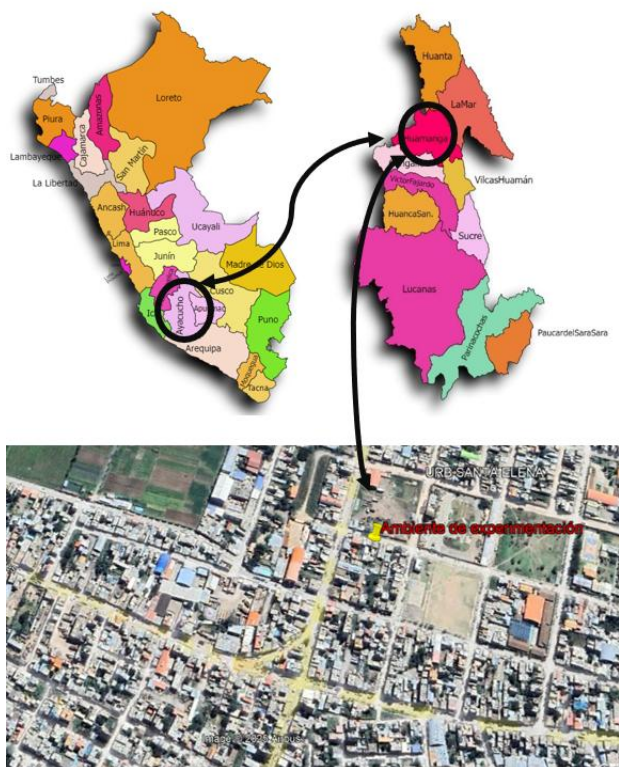
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Ubicación del experimento

El desarrollo del presente estudio se llevó a cabo en un galpón de cuyes, ubicada en la ciudad de Ayacucho, provincia de Huamanga del Departamento de, Andrés Bello Cáceres Dorregaray, Ayacucho. a una altura de 2750 m.s.n.m.

*Figura 2.1*

*Ubicación del lugar de experimentación*



Fotografía satelital extraída de Google Earth Pro, de ubicación satelital del ambiente donde se desarrolló la fase de experimentación.

## **2.2. Duración**

El desarrollo de este trabajo se realizó en tres etapas. La primera consistió en la preparación del galpón, que incluyó trabajos de limpieza, desinfección y acondicionamiento, además de la construcción de jaulas. Esta fase tuvo una duración de 60 días.

La segunda etapa abarcó la formulación del alimento balanceado, el tratamiento y la obtención de la HSPT cocinada y enjuagada, así como la preparación del alimento para los diferentes tratamientos.

Finalmente, la tercera fase correspondió al desarrollo experimental, el cual se llevó a cabo durante 45 días.

## **2.3. Infraestructura y materiales**

### **2.3.1. Galpón**

Galpón: instalaciones para la crianza de cuyes ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, este cuenta con una infraestructura construida de paredes a base de material noble, cuenta con un falso piso, marcos de las ventanas de madera cubiertas de mallas metálicas, techo de teja andina y calamina apoyado sobre maderas de eucalipto, teniendo así un ambiente adecuado para la instalación del trabajo de investigación cuyas dimensiones son de 5 x 4 m.

### **2.3.2. Pozas**

Las pozas: tuvieron las dimensiones de 0.5m \* 0.5m cada una, revestidos con malla metálica de 2", cuyo marco fueron madera de eucalipto, cada poza albergó tres cuyes con

un comedero y un bebedero; en total se construyeron 12 pozas que fueron enumeradas para su correcta identificación.

### ***Figura 2.2***

#### *Distribución de pozas*



### **2.3.3. Comederos y bebederos**

Los comederos y bebederos utilizados fueron 24 de material de arcilla, de las cuales 12 corresponden a comederos y 12 a bebederos con revestimiento de porcelana, cuya capacidad fue de 500 g.

### **2.3.4. Materiales empleados en el desarrollo del experimento**

- Balanza electrónica, para el pesado de animales y alimento.
- Olla de 20 L para la cocción de HSPT.
- Costalillos de tela para el filtrado de la tara cocinada.
- Manta plástica de 3m\*3m para el secado de la HSPT y para la mezcla de alimento.
- Costales para el almacenamiento de alimento.
- Bandejas para forraje verde hidropónico.

- Módulo para la producción de forraje verde hidropónico.
- Mantas para la recolección de desechos de la crianza.
- Pala.
- Botas de hule.
- Traje único para el ingreso al galpón.
- Tijeras.
- Cuchillo
- Escoba.
- Recogedor.
- Pediluvio para la entrada.

#### **2.3.5. Materiales sanitarios empleados en el desarrollo del experimento**

- Cal, para la desinfección de pozas.
- Lejía, para la desinfección del calzado y para la desinfección de semillas antes de la instalación del FVH.
- Amonio Cuaternario para la desinfección del galpón.
- Alcohol, para la desinfección de materiales.
- Detergente, para el lavado de comederos y bebederos.

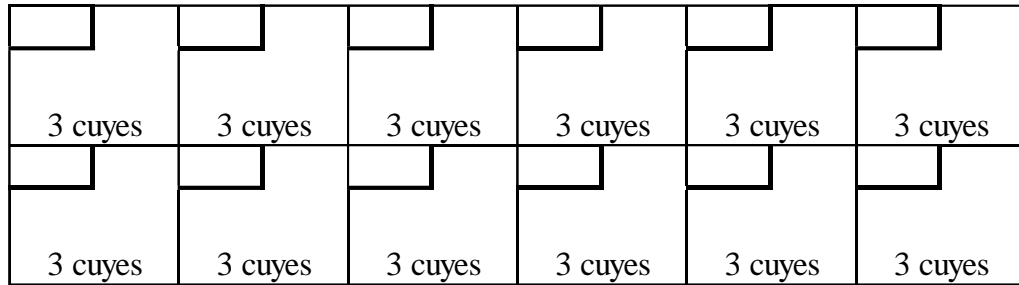
#### **2.4. De los animales**

Se utilizaron 36 cuyes mejorados (de un total de 50 cuyes), recién destetados (15 días aproximadamente), todos machos con un peso homogéneo, adquiridos de la granja de Casaorcco del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga que está ubicada a unos 20 minutos de la ciudad aproximadamente. Los que fueron distribuidos 3 cuyes por

poza utilizando 12 pozas para el desarrollo del experimento, como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2.3**

*Esquema de pozas y unidades experimentales.*



## **2.5. Alimento**

El alimento balanceado fue formulado utilizando el software MIXIT-2 Plus para no rumiantes, incluyendo un 10%, 15% y 20% del subproducto de tara cocida y enjuagada. La formulación cubrió todos los requerimientos nutricionales del cuy durante la etapa de engorde, utilizando los insumos detallados en la tabla 2.1.

La preparación del alimento se llevó a cabo de manera manual, mezclando todos los ingredientes según el orden establecido en la fórmula y respetando los valores indicados. Este procedimiento permitió obtener un producto homogéneo tras el mezclado.

Además, se suministró FVH, equivalente al 10% del peso vivo de los animales en FV, para cubrir los requerimientos de vitamina C y evitar problemas en su desarrollo causados por la deficiencia de esta vitamina.

El alimento, tanto el forraje como el balanceado, se administró dos veces al día, distribuyendo un 50% en la mañana y el otro 50% en la tarde. En cada suministro se registraron tanto los valores del alimento ofrecido como los restos no consumidos.

Todos los días los bebederos fueron lavados para garantizar un suministro constante de agua fresca y limpia durante el experimento.

**Tabla 2.1**

*Fórmulas de alimento balanceado para cada tratamiento*

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Subproducto de trigo	35.10	35.10	35.10	35.10
Cebada en grano	21.05	21.05	21.05	21.00
Maíz amarillo	20.06	20.06	20.06	20.00
T. soya	19.80	9.80	4.80	0.00
Pasta de algodón	3.00	3.00	3.00	3.00
HSPT cocinada y enjuagada	0.00	10.00	15.00	20.00
Carbonato de calcio	0.47	0.47	0.47	0.47
Fosfato dicálcico	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.11	0.11	0.11	0.11
Premezcla V-M	0.09	0.09	0.09	0.09
Zinc Bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	100	100	100	100

### **2.5.1. Forraje verde hidropónico (F.V.H.)**

El F.V.H. fue suministrado a los animales para suplir la necesidad de vitamina C y evitar, con esto, deficiencias en cuanto a esta vitamina. La instalación del F.V.H. se realizó dos semanas previas al suministro. La cantidad de suministro se determinó de acuerdo con el peso promedio obtenido cada semana en cada tratamiento.

Para la preparación, se utilizó la metodología de Robles (2018) con algunas variaciones de acuerdo a algunas experiencias previas, se utilizaron bandejas hidropónicas para F.V.H. y una estructura que brindaba soporte y un riego constante a las bandejas. Primero, se desinfectaron los granos de cebada con hipoclorito de sodio al 2% durante cinco minutos. Posteriormente, las semillas se remojaron en agua limpia por 12 horas, hasta

obtener una buena imbibición. Luego, las semillas embebidas se colocaban en las bandejas para ser instaladas en la estructura para F.V.H., específicamente en una parte oscura.

Al quinto día, a partir de la instalación, las bandejas se movieron de la parte oscura de la estructura a una más iluminada, donde el F.V.H. alcanzaba su tamaño óptimo y un peso adecuado. Para el suministro de F.V.H., se realizaba un oreado de dos horas para eliminar el exceso de humedad y, posteriormente, se pesaba para brindárselo a los animales.

## **2.6. Tratamientos**

Se realizaron 4 tratamientos en los que se incluyeron diferentes niveles de harina de subproducto de tara (HSPT) cocinada y enjuagada y la adición de forraje verde hidropónico (FVH), dichos tratamientos fueron:

- **T1:** Alimento balanceado sin inclusión de HSPT
- **T2:** Alimento balanceado con 10% de inclusión de HSPT
- **T3:** Alimento balanceado con 15% de inclusión de HSPT
- **T4:** Alimento balanceado con 20% de inclusión de HSPT

Todos los tratamientos recibieron 10% de su peso vivo en FVH todos los días que duró el experimento.

## **2.7. Producto a evaluar**

La harina de subproducto de tara (HSPT) fue obtenida en la planta procesadora de tara “Agromax” ubicada en la provincia de Huanta.

Para el tratamiento térmico, la HSPT se mezcló con agua en una proporción de 1:4, lo que indica que se utilizó 1 kg de HSPT por 4 litros de agua, hasta obtener una masa

homogénea. Posteriormente, se cocinó la tara durante 45 minutos a partir del momento en que la mezcla alcanzó el punto de ebullición.

La cocción de la mezcla se realizó en una olla con capacidad de 20 litros, en una cocina a leña, donde, se removió la mezcla constantemente para evitar que se quemara. Al finalizar la cocción, la mezcla se dejó enfriar durante 2 horas. Posteriormente, se realizó un enjuague, que consistió en añadir agua a la mezcla obtenida, removerla nuevamente y esperar 15 minutos para que la parte sólida decantara, permitiendo así eliminar la mayor cantidad de agua. Este proceso se repitió tres veces.

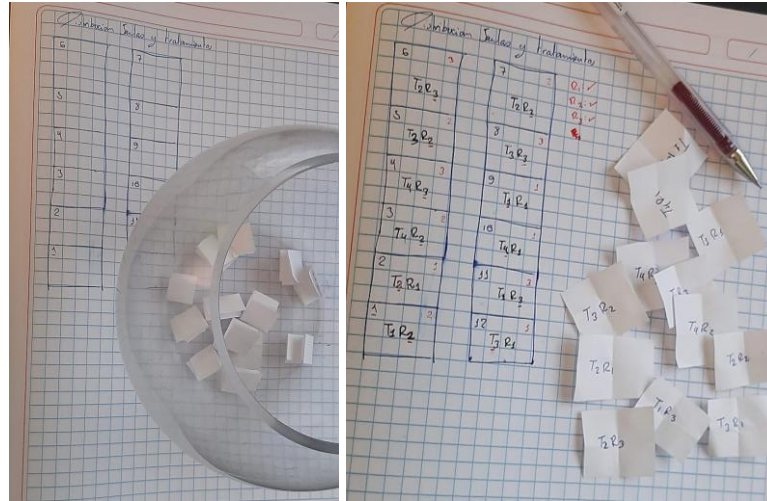
En cuanto al secado, la masa obtenida después de la cocción la mezcla obtenida y el enjuague de la HSPT, se prensó en costalillos de tela para eliminar la mayor cantidad de líquido que contenía durante 12 horas, finalmente, se extendió en una manta plástica para su secado a temperatura ambiente, exponiendo la mezcla al sol, distribuyéndola uniformemente para garantizar un secado correcto. Al finalizar, el producto ya seco se pasó por un molino, obteniendo la HSPT cocida con la consistencia homogénea de harina.

## **2.8. Asignación de unidades experimentales**

Para la asignación de unidades experimentales, se realizó un sorteo, para determinar la posición y ubicación de los cuatro tratamientos y sus respectivas repeticiones, para así cumplir la randomización requerida por el diseño estadístico completamente al azar (DCA) que se utilizó para la evaluación del experimento.

**Figura 2.4**

*Sorteo y asignación de unidades experimentales*



## **2.9. Parámetros evaluados**

### **2.9.1. Peso Vivo**

El peso vivo de los cuyes fue tomado al momento del inicio del experimento y posteriormente cada semana transcurrida, siendo el día de toma de muestras el día siguiente al séptimo lo más temprano en la mañana mientras los animales aún no consumían alimento.

### **2.9.2. Consumo de alimento**

Se pesó el alimento balanceado suministrado a los animales y, posteriormente, se registró el peso del residuo. Con esta información, se obtuvieron los datos de consumo semanal de alimento, así como los correspondientes al forraje verde hidropónico, para calcular el consumo total semanal. El alimento consumido se puede expresar utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento (g)} = \text{alimento ofrecido} - \text{residuo de alimento}$$

### **2.9.3. Ganancia de peso**

La ganancia de peso de los cuyes se determinó mediante los datos obtenidos de pesos vivos semanales, realizando una resta del peso vivo a la llegada menos el peso que se obtuvo en la semana evaluada, la ganancia de peso se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Incremento de peso vivo} = \text{Peso vivo final} - \text{Peso vivo inicial}$$

### **2.9.4. Índice de conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se obtuvo mediante la relación del consumo de materia seca sobre el incremento de peso obtenido, que se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Cantidad de alimento seco consumido en materia seca}}{\text{Peso vivo ganado}}$$

### **2.9.5. Rendimiento de Carcasa**

El rendimiento de carcasa fue obtenido a partir de la toma de pesos de la carcasa de los cuyes al final del experimento, oreada por unos minutos. La carcasa contó con la cabeza, tejido muscular, huesos, hígado, pulmones, riñones y patas.

### **2.9.6. Análisis nutricional de los productos evaluados**

El análisis químico nutricional del FVH, del SPT y de los alimentos por tratamiento fueron realizados mediante el método AOC en el laboratorio de nutrición animal del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería (PIPG) de la UNSCH al cual se entregaron las muestras para su análisis.

### **2.9.7. Mérito económico**

Para el mérito económico se relacionaron los precios de los alimentos balanceados y del forraje verde hidropónico de cada tratamiento con los consumos por los animales, esto para determinar la retribución del alimento asignado en función al testigo para cada uno de los tratamientos establecidos.

### **2.10. Manejo sanitario**

El manejo sanitario se llevó a cabo durante todo el desarrollo del experimento, incluyendo la limpieza y desinfección de los ambientes y equipos antes de la llegada y después de la instalación de los experimentos, realizándose semanalmente. El control consistió principalmente en limpiezas y desinfecciones periódicas, utilizando cal en las pozas y amonio cuaternario en los ambientes. Además, se mantuvo un pediluvio limpio y con contenido en la entrada, para garantizar la desinfección del calzado de las personas que ingresaban al galpón. Asimismo, durante la realización del experimento, se empleó exclusivamente una ropa específica (mameluco y botas) que nunca se retiró del ambiente del experimento.

### **2.11. Mortalidad**

La mortalidad de los animales se evaluó teniendo en cuenta el número total de animales en la instalación del experimento y los animales que murieron en el desarrollo experimento, este parámetro será dado mediante la siguiente fórmula porcentual:

$$\%M. = \frac{\textit{numero de animales muertos}}{\textit{numero de animales total}} \times 100$$

## 2.12. Diseño estadístico

El trabajo de investigación se planteó bajo el diseño estadístico completamente al azar (DCA) en los cuales se analizaron cuatro tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales y 3 animales en cada unidad experimental.

El modelo estadístico seguía lo siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

i= Número de tratamientos

j= Número de repeticiones

u = Efecto de la media general del experimento

T<sub>i</sub> = Efecto de los tratamientos

E<sub>ij</sub> = Efecto aleatorio del error experimental.

Para la comparación de medias se utilizó el estadígrafo Tukey, y para las regresiones se utilizó el programa Excel.

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es necesario señalar que el tratamiento 4, a partir de la segunda semana, empezó a mostrar signos de intoxicación, con muertes repentinas y características que se describirán más adelante. Por lo tanto, se suspendió el tratamiento al concluir la segunda semana. Por lo que todo el análisis estadístico se evaluó con tres tratamientos

#### 3.1. Resultados de los análisis químicos del alimento.

Las muestras de los alimentos preparados fueron enviadas al laboratorio de Nutrición Animal del PIPG, de la UNSCH, donde fueron analizadas. Como resultado de este proceso, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 3.1**

*Resultados de los análisis químicos del alimento, HSPT y FVH*

Nutriente	HSPT	FVH %	T1	T2	T3	T4
Humedad	10.65	13.74	9.20	9.50	8.20	8.50
Materia seca	89.35	86.26	90.80	90.50	91.80	91.50
Proteína	37.25	15.64	18.80	18.90	18.60	18.30
Extracto etéreo	10.27	3.10	2.75	2.41	2.50	2.72
Fibra	3.52	17.25	7.40	7.12	7.45	7.45
Ceniza	7.65	4.25	4.60	4.54	4.68	4.78
ELN	30.66	45.26	57.48	56.25	58.57	58.18

Datos obtenidos en el laboratorio de nutrición animal del PIPG de la UNSCH

En el análisis químico de los alimentos, se puede destacar a la HSPT cocinada y enjuagada por su elevado contenido de proteína bruta, con un valor de 37.25 %, lo que la

convierte en una alternativa nutricional relevante para la formulación de dietas en sistemas de producción animal. Además, presenta un nivel moderado de extracto etéreo con un valor de 10.27 %, que constituye una fuente adicional de energía, junto con un bajo contenido de fibra cruda 3.52 %. Asimismo, el extracto libre de nitrógeno alcanza un valor de 30.66 %, lo cual refleja una proporción significativa de carbohidratos no fibrosos, importantes para el metabolismo energético, valores que son cercanos a lo presentado por De la Cruz (2004), con ligeras diferencias menores que podrían ser explicadas por el tratamiento de enjuague.

Por otra parte, la HSPT cocinada y enjuagada cuenta con un contenido proteico de 37.25 %, lo que representa una alternativa viable en la formulación de dietas para animales, especialmente en contextos donde se busca aprovechar subproductos agroindustriales. Si bien su nivel de proteína es inferior al de otras fuentes como la torta de sachá inchi (58.8 % y 56.1 % para *Plukenetia volubilis* y *P. huayllabambana*, respectivamente) (Taipe et al., 2022), la torta de soya (46.7 %) (Cardona et al., 2003), la HSPT destaca por su bajo contenido de fibra (3.52 %), lo que podría favorecer su digestibilidad frente a insumos como la torta de sachá inchi. Taipe et al. (2022) que señalan que la digestibilidad de esta última se ve limitada por su elevado contenido de fibra, además de la limitada disponibilidad del subproducto.

Asimismo, otras fuentes proteicas con mayores contenidos de proteína, como la harina de pescado, aunque altamente nutritivas, pueden afectar la palatabilidad y las características organolépticas de la carne en especies como el cuy cuando se utilizan en exceso (Mattos et al., 2003). En este contexto, la HSPT cocinada y enjuagada se presenta como una buena alternativa para la elaboración de alimentos balanceados, ya que posee

una adecuada concentración de proteína y es de fácil acceso para su utilización en nuestra región, debido a la disponibilidad que ofrece su producción local.

Por otra parte, la muestra de forraje verde hidropónico (FVH) analizada en este estudio presentó un porcentaje de humedad del 13.74%, lo cual corresponde a una concentración de materia seca del 86.26%. El contenido de proteína cruda fue de 15.64%, lo que indica un aporte moderado de nitrógeno, aunque insuficiente como única fuente proteica. En cuanto al extracto etéreo, se registró un valor de 3.10%, reflejando una baja concentración de lípidos. La fibra cruda alcanzó un 17.25%, mientras que la concentración de ceniza fue de 4.25%, lo que sugiere un aporte extra de mineral en las dietas. Finalmente, el extracto libre de nitrógeno (ELN) fue de 45.26%, evidenciando una alta presencia de carbohidratos solubles, útiles como fuente energética inmediata en sistemas productivos intensivos. Resultados semejantes fueron reportados por Robles (2018), quien registró un contenido proteico superior al del presente estudio, con un valor de 18.69%. Por otra parte, la fibra cruda presentó un valor más bajo con 14.48%, el ELN alcanzó 41.40%, la ceniza fue de 3.66% y el extracto etéreo reportó un nivel más alto 4.3% de grasa.

Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones en la variedad de la semilla, condiciones de cultivo, procesamiento y oreado del FVH, aunque los valores obtenidos resultan cercanos entre sí. En ese sentido, su perfil fibroso y energético le otorga valor como componente estratégico en sistemas de alimentación animal.

Por otra parte, los valores nutricionales reportados para los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) presentan valores que se encuentran entre los rangos establecidos por Cardona et al. (2020).

### 3.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento se determinó semanalmente, de acuerdo al alimento brindado y en cada tratamiento y repetición del presente trabajo de investigación. Es importante destacar que, para calcular estos valores, se obtuvieron datos de materia seca (M.S.) tanto del alimento balanceado como del forraje verde hidropónico (FVH), los cuales están especificados en la tabla 3.3, y el consumo especificado en la tabla 3.3 se encuentra en los anexos.

**Tabla 3.2**

*Consumo total acumulado promedio de alimento en M.S.*

Tratamientos	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
T1	89.43	273.03	545.17	842.19	1304.96	1874.60	2525.76
T2	96.23	222.98	449.59	733.83	1068.52	1419.89	1967.56
T3	67.13	185.03	327.54	538.47	809.14	1075.73	1348.25
T4	48.3	20.4	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T4 20% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

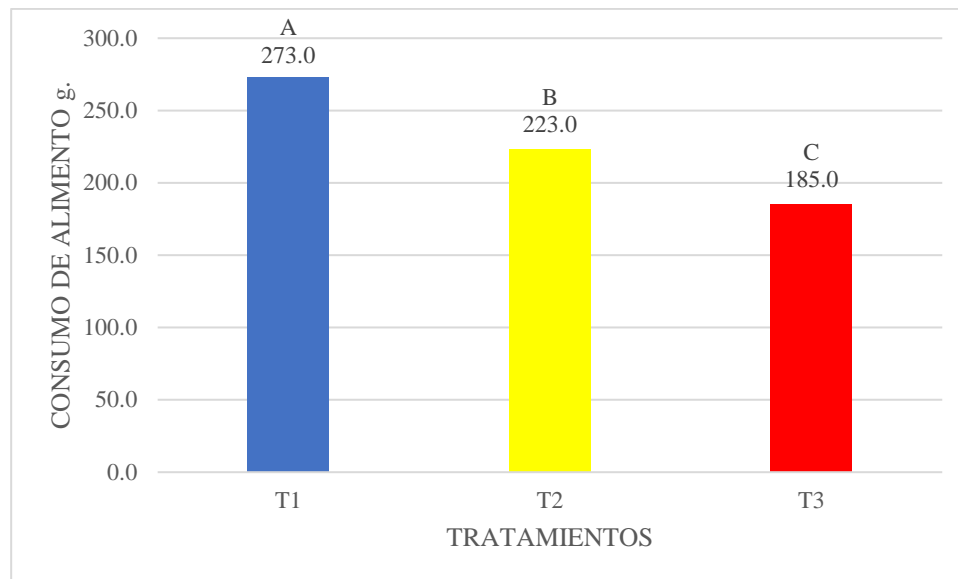
En la tabla 3.2 se pueden observar los valores de consumo de alimento en materia seca por los cuyes, según cada tratamiento y el tiempo que duró la fase experimental. Se nota que el T1 obtuvo el mayor consumo, con 2525.76 g, seguido por el tratamiento T2, con 1967.56 g, y finalmente T3, que presentó 1348.25 g, como se mencionó anteriormente el T4 fue suspendido por la muerte de cada unidad experimental. Estos resultados evidencian una disminución progresiva en la ingesta de alimento conforme se incrementa la inclusión de HSPT en la dieta de los animales. Esto coincide con lo reportado por

Enriquez (2019), quien observó una disminución del consumo frente al testigo al incluir 10% de HSPT cocinada en el alimento.

Por otro lado, Mieses (2017) mostró un mayor consumo de alimento en comparación con su testigo cuando el suministro fue al 10% HSPT fue sometido a tratamiento térmico mediante cocción. Sin embargo, en el presente estudio se observó una disminución significativa en el consumo cuando se incluyó HSPT cocinada y enjuagada en niveles de 10%, 15% y 20%, lo que podría estar relacionado con los distintos tratamientos realizados a la HSPT en el presente trabajo y los trabajos previos, debido a que, dichos tratamientos podrían influir en la palatabilidad y la digestibilidad del alimento.

**Figura 3.1**

*Efecto del tratamiento sobre el consumo de alimento*

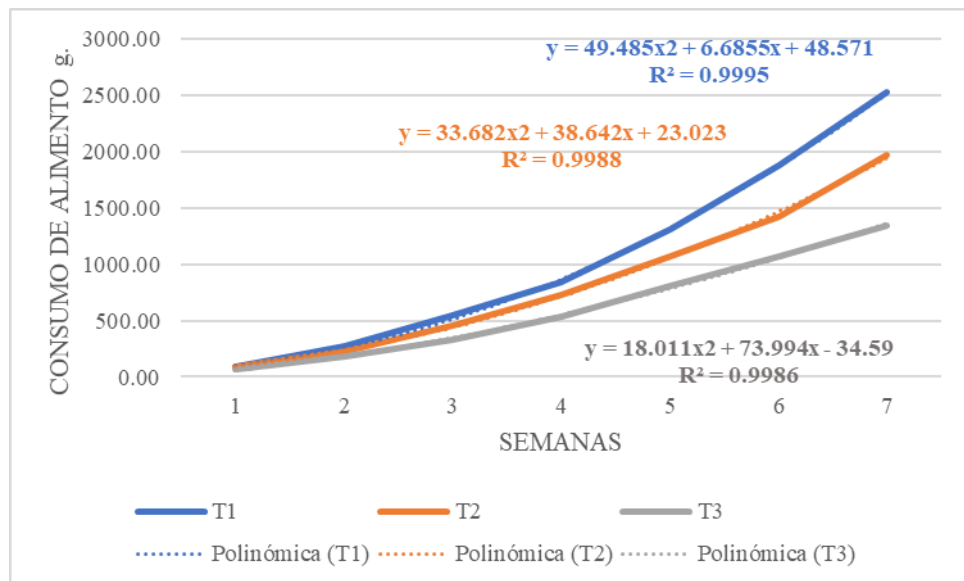


En la figura 3.1, es posible observar que los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada (10% y 15%) en el alimento balanceado para las raciones de los cuyes generan efectos negativos en el consumo de alimento en materia seca. Esto se evidencia también en el trabajo realizado por Enríquez (2019), quien reportó una disminución en el consumo al

incluir HSPT solamente cocinada en los alimentos balanceados con la diferencia de que el T3 en el trabajo que realizó presentaron intoxicaciones y muertes, a diferencia del presente estudio, lo cual podría sugerir que si bien los tratamientos térmicos como indican Quintana (2009) y Agume et al. (2017) llegan a disminuir compuestos antinutricionales en leguminosas, no son del todo efectivos en la HSPT como demostraron Enriquez (2019) y Mieses (2017), para poder aumentar el porcentaje de inclusión se realizó el tratamiento de enjuagado como señalan Devi et al. (2018) y Agume et al. (2017), donde fue posible la eliminación una proporción mayor de los compuestos antinutricionales descritos por Chittiboyina et al. (2023), debido a que los animales del T3 sobrevivieron al experimento.

**Figura 3.2**

*Líneas de tendencia del consumo de alimento*



En la figura 3.2 se evidencia la evolución del consumo de alimento en materia seca a lo largo de las siete semanas del experimento. La tendencia general muestra que el incremento de HSPT afecta negativamente al consumo, ya que el T1 (testigo) presenta la mayor curva de consumo de alimento, con un  $R^2 = 0.9995$ , lo cual indica una alta

correlación entre sus datos. Le sigue el T2, que muestra una curva intermedia con una correlación igualmente alta con un  $R^2 = 0.9988$ . Por último, la curva del T3 presentó un crecimiento reducido, pero también con una alta correlación con un  $R^2 = 0.9986$ , lo cual señala que los datos se ajustan con precisión a los modelos y que está representado el efecto del tratamiento.

Estos hallazgos coinciden con estudios previos, como los de Enríquez (2019) en HSPT cocinada; Mamani (2016), Torres (2007) y Quispe (2006) en HSPT cruda, en los cuales se reporta una disminución en el consumo de alimento, mientras se aumenta la inclusión de HSPT en las dietas de los animales. Lo cual podría deberse al aumento de la proporción del compuesto antinutricional señalado por Chittiboyina et al. (2023), así mismo, Fierro et al. (2024) quienes afirman que cada la HSPT puede llegar a presentar concentraciones de diferentes de minerales de acuerdo al lugar donde se produce la tara, lo cual podría dar lugar a compuestos o minerales diferentes, que podrían llegar a ser nocivos.

**Tabla 3.3**

*Análisis de la varianza del consumo de alimento*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
Entre Tratamientos	2	2081745.77	1040872.88	113.64	<.0001
Error	6	54957.64	9159.607		
Suma total	8	2136703.41			

CV= 4.92%

La tabla 3.3 muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95% de confianza, aplicado al consumo de alimento, indica que la inclusión de HSPT en el alimento balanceado para las raciones de engorde de los cuyes presentan una diferencia significativa,  $p < 0.05$ .

Además, se muestra un coeficiente de variación (CV) de 4.92%, lo que indica alta confiabilidad en los datos y baja variabilidad dentro de cada grupo, señalando que los resultados obtenidos son repetibles y presentan consistencia entre los tratamientos evaluados.

Por otra parte, los resultados del ANOVA indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, lo que confirma la existencia de una diferencia significativa entre los datos de consumo de alimento.

**Tabla 3.4**

*Prueba de contraste Tukey para el consumo de alimento de los tratamientos*

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T1	2525.77	A
T2	1967.57	B
T3	1348.23	C

Prueba de Tukey realizada para la variable consumo de alimento entre los grupos de tratamiento

La tabla 3.4 afirma la existencia de diferencias significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos evaluados. Con esta prueba se muestra que el tratamiento T1 que presenta el mayor consumo con 2525.77 g, seguido por T2 y, finalmente, T3, que muestra el menor valor. Como se observa en la tabla, cada valor está asociado a una letra distinta, lo que indica que existe diferencia significativa entre los grupos experimentales, además, como se mostró en las tablas anteriores, el T4 se suspendió por la mortandad alta que presentó.

Este análisis evidencia que la inclusión de HSPT en las raciones para cuyes de engorde redujo significativamente el consumo de alimento, lo que concuerda con estudios previos, como los de Mamani (2016) en HSPT cruda y Enríquez (2019) en HSPT cocinada.

Dichos estudios señalan que mayores niveles de inclusión de HSPT afectan la palatabilidad y la aceptación del alimento por parte de los animales.

Además, niveles elevados de inclusión podrían generar efectos adversos en la alimentación y el bienestar de los animales, por lo que es fundamental evaluar la dosis óptima para minimizar impactos negativos.

### 3.3. Peso vivo y ganancia de peso

#### 3.3.1. Peso vivo

La determinación del peso vivo (g) se realizó en valores semanales tomados a primera hora de la mañana, al concluir el séptimo día de evaluación, realizando el pesaje del total de los animales, para así obtener el promedio de los tratamientos que se muestra en la tabla 3.6 Tabla de peso vivo obtenido promedio cada tratamiento. Es importante recalcar que la tabla de pesos vivos totales y detallados se encuentra en los anexos.

**Tabla 3.5**

*Peso vivo por tratamiento*

Tratamiento	Semana							
	Inicial	1	2	3	4	5	6	7
T1	368.33	408.56	440.33	498.78	559.44	666.78	795.33	950.67
T2	355.33	392.00	411.33	476.56	533.89	591.22	666.67	750.34
T3	364.11	391.93	418.22	456.60	484.14	536.36	576.74	614.01
T4	367.22	332.44	285.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T4 20% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

En la tabla 3.5 se pueden observar los valores promedio de los pesos vivos alcanzados por los animales en cada tratamiento, según el tiempo en el que se realizó la evaluación. En el T1, se obtuvo un peso vivo promedio de 950.67 g, siendo el tratamiento

con el mayor resultado. Le sigue T2, con 750.34 g, mostrando un peso inferior al de T1. Por su parte, T3 presentó valores de 614.01 g en promedio, el menor registrado entre los tratamientos evaluados. Finalmente, T4 no obtuvo resultados finales debido a la muerte de los animales al concluir la segunda semana de evaluación, debido a procesos de intoxicación que sufrieron por los compuestos anitnutricionales que reporta Chittiboyina et al. (2023).

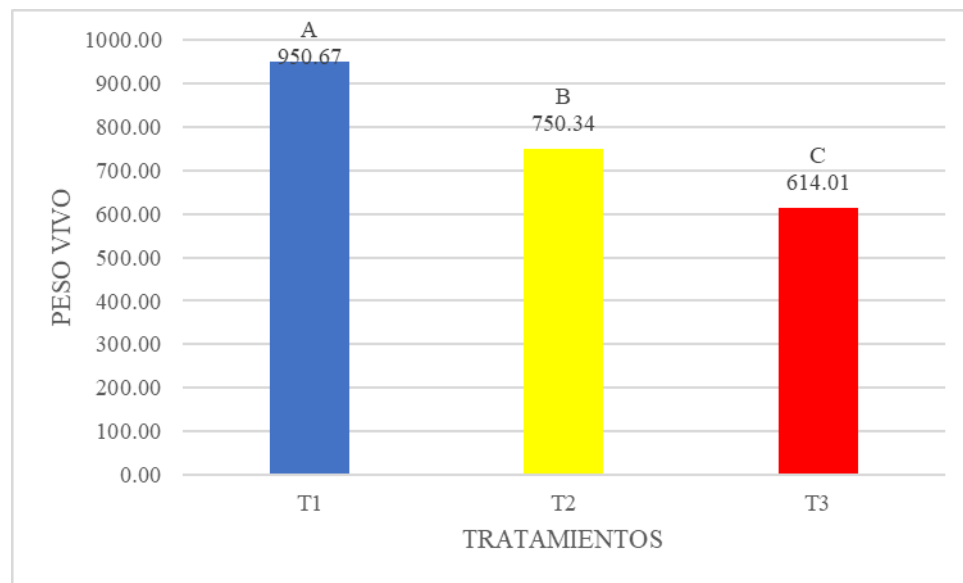
Al término de la séptima semana de evaluación, el tratamiento testigo T1 alcanzó los mayores valores de peso vivo en comparación con los demás tratamientos, similar a lo reportado por Enríquez (2019). Sin embargo, en su estudio los datos obtenidos fueron aproximadamente 100 g inferiores a los de este trabajo y se registraron en la décima semana de experimentación. Esta diferencia se puede explicar por el peso inicial de los animales, ya que en el presente estudio los especímenes comenzaron con un peso vivo mayor. Pese a estas diferencias, ambos estudios reflejan el mismo patrón: el tratamiento testigo presenta un mayor peso vivo frente a los tratamientos con inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

Asimismo, Quispe (2006) y Torres (2007) demostraron que la inclusión de HSPT cruda en cuyes podría llegar hasta 5%, mientras que Mamani (2016) señaló un límite de 3% de inclusión en crudo sin diferencias considerables en el peso. Sin embargo, Mieses (2017) reportó que una inclusión del 10% de HSPT cocinada generó mayores valores de peso vivo en comparación con el tratamiento testigo, lo que difiere de los hallazgos en el presente estudio, donde los incrementos en la inclusión de HSPT mostraron una tendencia a reducir el peso vivo de los animales. Esta discrepancia podría deberse a diferencias en las condiciones experimentales, el manejo de los animales o incluso factores relacionados con la calidad o la procedencia de la HSPT utilizada, la cual podría tener diferentes

compuestos como mencionan Fierro et al. (2024), lo que resalta la importancia de realizar seguimientos a la procedencia de las tara y los distintos componentes que pueden llegar a tener de acuerdo a su distribución, además de, seguir explorando su impacto en el crecimiento de los animales bajo distintas variables.

**Figura 3.3**

*Efecto del tratamiento sobre el peso vivo*



En la Figura 3.3 se observa el efecto de los tratamientos sobre el peso vivo final de los cuyes de engorde. Los tratamientos T2 y T3, que incluyen HSPT cocinada y enjuagada en niveles del 10 % y 15 % respectivamente, muestran una disminución significativa en el peso vivo en comparación con el grupo testigo T1. Específicamente, T1 alcanzó un peso promedio de 850,67 g, mientras que T2 y T3 registraron 750,34 g y 614,01 g respectivamente, evidenciando un efecto negativo asociado a mayores niveles de inclusión de HSPT.

Sin embargo, esta figura por sí sola no permite evaluar con precisión la eficiencia de la HSPT cocinada y enjuagada, ya que no considera otros parámetros relevantes como

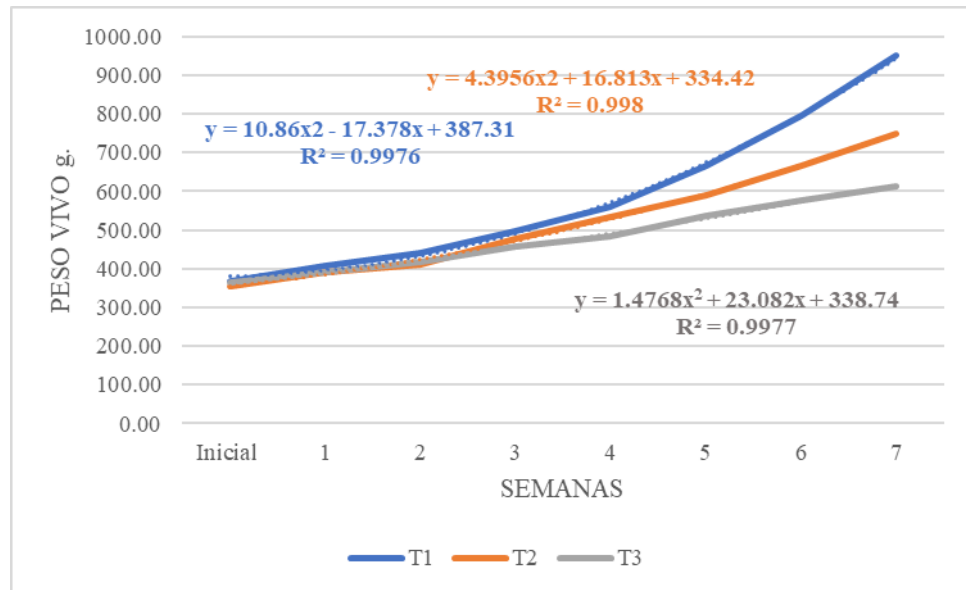
el consumo de alimento. Al integrar los datos de la Figura 3.1, donde se reporta un consumo de 273 g para T1 y 223 g para T2, se puede establecer una comparación más completa entre ambos tratamientos. Aunque T2 no alcanza el mayor peso vivo, presenta un consumo significativamente menor, lo que sugiere una posible mayor asimilación de los nutrientes presentes en la HSPT cocinada y enjuagada.

Esta tendencia podría indicar que el tratamiento T2 ofrece una mejor eficiencia productiva, ya que, con menor consumo de alimento se logra un peso vivo final adecuado para el mercado, especialmente en la categoría de cuy parrillero. Esto sugiere que, a pesar de la presencia de compuestos antinutricionales en este subproducto, la proteína contenida en la HSPT cocinada y enjuagada presenta características favorables de digestibilidad.

Resultados similares han sido reportados por Enríquez (2019), Quispe (2006) y Mamani (2016), quienes también observaron una reducción en el peso final al incrementar los niveles de inclusión de HSPT, ya sea cocinada o cruda. Aunque el peso final de T2 (750,34 g) es inferior al del grupo testigo, sigue siendo compatible con los estándares comerciales, lo que refuerza la viabilidad del uso de HSPT al 10 % como alternativa en la formulación de raciones.

**Figura 3.4**

*Líneas de tendencia del peso vivo*



La figura 3.4 muestra la evolución del peso vivo en los tratamientos T1, T2 y T3 (0%, 10 % y 15 % de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada respectivamente) a lo largo de siete semanas del experimento, en las cuales es posible notar patrones predecibles que están representados por curvas con ecuaciones polinómicas de segundo grado que describen su crecimiento. T1 presentó el mayor aumento de peso, con una tendencia ascendente y un ajuste estadístico de  $R^2 = 0.9976$ . T2 mostró un crecimiento intermedio con  $R^2 = 0.998$ , mientras que T3 tuvo el menor resultado para peso vivo final, aunque su ecuación igualmente refleja su evolución con  $R^2 = 0.9977$ . Estos resultados evidencian cómo las condiciones de cada tratamiento impactaron el crecimiento del peso vivo, siendo T1 el más efectivo en cuanto al peso vivo además por los  $R^2$  de las curvas de los tratamientos se puede establecer que las curvas indican una alta precisión en la relación entre tiempo y peso, además, estas representan los efectos de los tratamientos.

Estos hallazgos coinciden con estudios previos, como los de Enríquez (2019) en HSPT cocinada, Mamani (2016), Torres (2007) y Quispe (2006) en HSPT cruda, en los cuales se reporta una reducción del peso vivo final, mientras se aumenta la inclusión de HSPT en las dietas de los animales, lo cual puede explicarse con los resultados obtenidos por Chittiboyina et al. (2023), ya que a incrementos mayores del aminoácido no proteico que encontró en la HSPT los animales mostraron daños renales, hepáticos, siendo esto un posible motivo por el cual los animales obtuvieron un peso menor.

**Tabla 3.6**

*Análisis de la varianza del Peso vivo*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
Entre Tratamientos	2	172051.627	86025.8135	83.42	<.0001
Error	6	6187.7156	1031.2859		
Suma total	8	178239.3426			

CV= 0.416%

La tabla 3.6 muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95 % de confianza, el cual indica que se presentan diferencias significativas del T1 los diferentes niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, lo cual se evidencia en el valor p, que resulta menor a 0.05.

A su vez, el coeficiente de variación, muestra un valor bajo de 0.416% lo que señala que los datos muestran una alta confiabilidad y presentan una baja variabilidad señalando que los resultados obtenidos son repetibles y presentan consistencia entre los tratamientos evaluados.

Por otra parte, los resultados del ANOVA indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la que señala la existencia de diferencias significativas entre los datos de peso vivo.

**Tabla 3.7**

*Prueba de contraste Tukey para el peso vivo obtenido por los tratamientos*

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T1	950.67	A
T2	750.34	B
T3	614.01	C

Prueba de Tukey realizada para la variable peso vivo obtenido entre los grupos de tratamiento

La tabla 3.7, mediante la prueba de Tukey, afirma que existen diferencias significativas en el peso vivo entre los tratamientos evaluados. El T1 obtuvo el mayor promedio con 950.67 g, seguido por el T2, que alcanzó 750.34 g, y finalmente el T3, con el resultado más bajo: 614.01 g. Asimismo, en la tabla se observa que cada dato presenta una letra diferente en la columna de significancia estadística, donde T1 (A) se diferencia significativamente de T2 (B) y T3 (C). Esto indica que la inclusión de HSPT en las raciones para cuyes de engorde genera una disminución progresiva del peso vivo final, conforme aumentan los niveles de inclusión.

Este análisis refuerza que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada redujo significativamente el peso vivo obtenido, lo cual es corroborado por estudios previos como los de Mamani (2016) y Enríquez (2019), quienes también señalan que mayores niveles de inclusión de HSPT cruda y cocinada respectivamente, afectan negativamente a la obtención del peso vivo, siendo las mayores inclusiones las que producen los menores resultados.

### 3.3.2. Ganancia de peso

La ganancia de peso de los cuyes se determinó después de la obtención de los pesos vivos semanales, realizando la resta del peso vivo a la llegada menos el peso que se obtuvo en la semana evaluada.

Para el caso del T4 (20% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada) se obtuvieron resultados negativos, debido a que la totalidad de los animales perdían peso al consumir el alimento suministrado.

Es importante recalcar que la tabla de ganancia de peso totales y detallados se encuentra en los anexos.

**Tabla 3.8**

*Ganancia de peso por tratamiento*

Tratamiento	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
T1	40.22	72.00	130.44	191.11	298.44	427.00	582.33
T2	36.67	56.00	121.22	178.56	235.89	311.33	395.00
T3	27.82	50.78	92.49	120.03	172.25	212.63	249.90
T4	-34.8	-81.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T4 20% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

La tabla 3.8 muestra la ganancia de peso promedio de los cuyes sometidos a los tratamientos durante las siete semanas de experimentación. Se puede notar que el T1 mantiene una ganancia de peso constante a lo largo del experimento, alcanzando un valor final de 582.33 g. Esto indica una ganancia adecuada y eficiente dentro del período de evaluación.

Por su parte, el T2 presenta un incremento de peso, aunque en menor magnitud que el T1, obteniendo una ganancia final de 395.00 g. Finalmente, el T3 muestra una respuesta

creciente en cuanto a la ganancia de peso, pero su acumulado al final del experimento es menor, alcanzando solo 249.90 g. Estos datos sugieren que la inclusión de HSPT influye en la ganancia de peso de los animales.

Por otro lado, el T4 presenta un comportamiento distinto, ya que su inclusión genera pérdidas de peso durante las primeras semanas de experimentación, con valores de -34.8 g y -81.5 g. Posteriormente, se observaron síntomas de intoxicación y muertes súbitas. Esto indica que el suministro del 20 % de inclusión de HSPT resultó tóxico para los animales e impidió su crecimiento. Además, se evidenció una relación inversa entre la inclusión de HSPT y la ganancia de peso, dado que el T1 muestra los resultados más favorables, mientras que el T4 presenta efectos adversos.

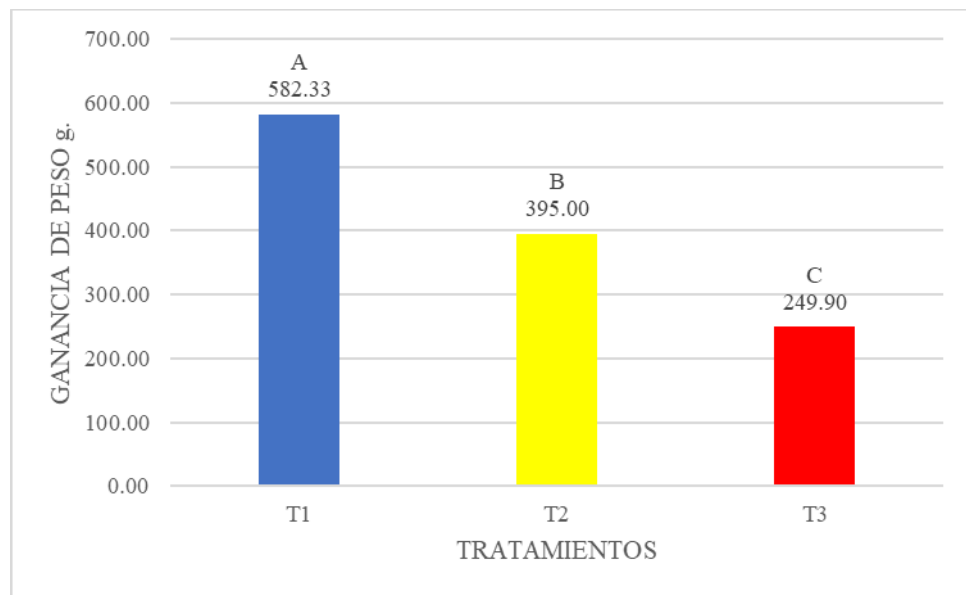
Al analizar los datos y compararlos con los obtenidos por Enríquez (2019), se observa una ganancia de peso similar. Enríquez reportó valores de 596.00 g y 440.17 g de ganancia de peso para el T1 y el T2, respectivamente, cifras que se asemejan a los 582.33 g y 395.00 g obtenidos en el presente estudio. No obstante, Mieses (2017) determinó que una inclusión del 10 % de HSPT cocinada generaba mayores ganancias de peso frente al testigo, lo que sugiere que otros factores, como las condiciones experimentales, pueden influir en la variabilidad de los resultados.

Sin embargo, en los trabajos que realizaron Quispe (2006) y Torres (2007) realizando inclusiones crudas de HSPT determinaron que los cuyes pueden llegar a tolerar hasta la inclusión de un 5% inclusión, así mismo, Mamani (2016) mostró que hasta un 6% de inclusión de HSPT cruda era posible, pero, asimismo fue posible notar los efectos que se mencionaron previamente, también, Enriquez (2019), mostró que al realizar el tratamiento de cocción de laHSPT los cuyes podían llegar a tolerar una inclusión del 10 %,

por otra parte, Mieses (2017) mostró que la HSPT cocinada y enjugada mostraba resultados favorables en un 10%, en comparación con los trabajos previos, en el presente trabajo fue posible la utilización de 15% de inclusión de HSPT, sin resultados favorables, pero fue posible su uso lo cual puede señalar que el tratamiento del enjuague después de la cocción puede reducir de manera eficiente aún más los compuestos antinutricionales presentes en la HSPT, el cual es un indicativo de que aún podría realizarse un tratamiento más y lograr un mayor uso de este subproducto.

**Figura 3.5**

*Efecto del tratamiento sobre la ganancia de peso*

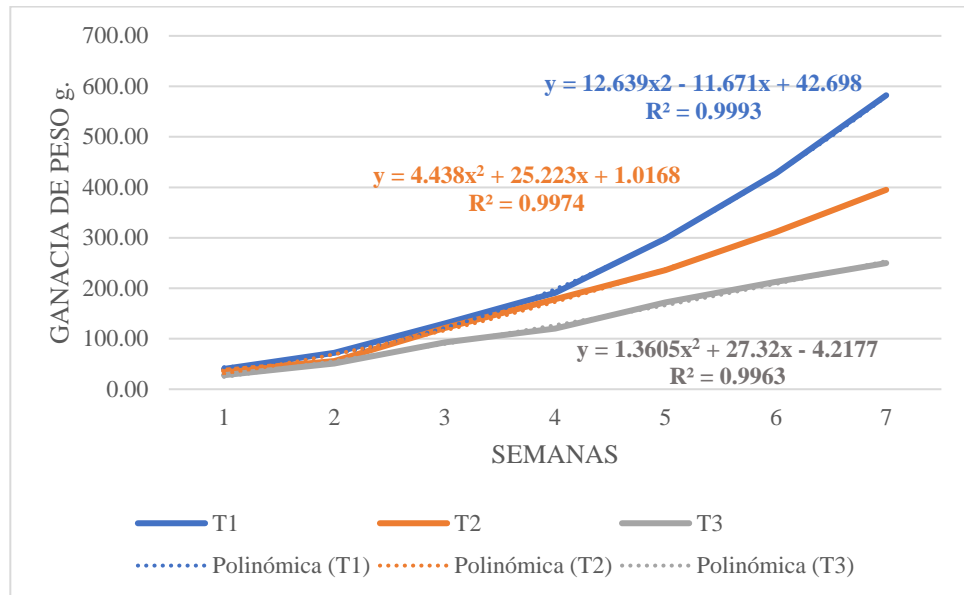


En la figura 3.5 se puede observar que los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjugada (10 % y 15 %) en el alimento balanceado para las raciones de los cuyes de engorde generan efectos adversos frente a la ganancia de peso por parte de los animales del experimento. Los valores de ganancia de peso son 582.33 gramos para el tratamiento T1, 395.00 gramos para el tratamiento T2 y 249.90 gramos para el tratamiento T3. Este gráfico

permite observar claramente que el tratamiento T1 genera la mayor ganancia de peso, seguido por T2 y finalmente T3, que muestra el menor impacto.

**Figura 3.6**

*Líneas de tendencia de la ganancia de peso*



La figura 3.6 muestra las líneas de tendencia polinómicas, que representan la evolución de la ganancia de peso en gramos a lo largo de siete semanas para tres tratamientos distintos: T1, T2 y T3, en las cuales es posible notar la presencia de patrones repetibles representados por las ecuaciones polinómicas de segundo grado. Donde el T1 presentó la mayor ganancia de peso, con una tendencia ascendente y un ajuste estadístico de  $R^2 = 0.9993$ , T2 mostró una curva con un crecimiento intermedio además de un  $R^2 = 0.9974$ , mientras que T3 tuvo el menor resultado para la ganancia de peso, aunque su ecuación igualmente refleja su alta correlación con  $R^2 = 0.9963$ . Estos resultados evidencian cómo las condiciones de cada tratamiento impactaron el crecimiento del peso vivo, siendo T1 el más efectivo en cuanto a la ganancia de peso. Los  $R^2$  de las curvas

indicaron una alta precisión en la relación entre tiempo y peso, además de que se representa el efecto que tienen los tratamientos en el gráfico.

**Tabla 3.9**

*Análisis de la varianza de la ganancia de peso*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
Entre tratamientos	2	166659.709	83329.8544	113.72	<.0001
Error	6	4396.5867	732.7644		
Suma total	8	171056.296			

CV=6.61%

La tabla 3.9 muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95 % de confianza, el cual indica que los diferentes niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, para la variable ganancia de peso presentan diferencias significativas, lo cual se evidencia en el valor p, que resulta menor a 0.05.

A su vez, el coeficiente de variación, muestra un valor bajo de 6.61% lo que señala que los datos muestran una alta confiabilidad y muestran una variabilidad relativa en los datos. Esto sugiere que los tratamientos tienen una influencia significativa en la ganancia de peso

Por otra parte, los resultados del ANOVA indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la que señala la existencia de diferencias significativas entre los datos de ganancia de peso.

**Tabla 3.10**

*Prueba de contraste Tukey para la ganancia de peso*

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T1	582.33	A
T2	395.00	B
T3	249.90	C

Prueba de Tukey realizada para la variable ganancia de peso obtenido entre los grupos de tratamiento

En la Tabla 3.10, mediante la prueba de Tukey, se afirma que existen diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos evaluados. En este caso, se analizó la ganancia de peso de animales bajo tres tratamientos distintos: T1, T2 y T3. Los promedios indican que T1 generó la mayor ganancia de peso con 582.33 g, seguido por T2 con 395.00 g y, finalmente, T3 con 249.90 g, lo que sugiere que los tratamientos no tienen el mismo efecto.

Asimismo, en la tabla se observa que cada dato presenta una letra diferente en la columna de significancia estadística, donde T1 (A) se diferencia significativamente de T2 (B) y T3 (C). Esto indica que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada en las raciones para cuyes de engorde genera una ganancia de peso reducida conforme aumentan los niveles de inclusión.

Este análisis refuerza que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada redujo significativamente la ganancia de peso, lo cual también se expresa en los cuadros anteriores, ya que la ganancia de peso, el peso vivo semanal y el consumo de alimento están relacionados y representan parámetros similares para la obtención de estos datos. Esta situación puede ser corroborada por estudios previos como los de Mamani (2016) y Enríquez (2019), quienes resaltan que las inclusiones de HSPT, cruda o cocinada respectivamente, generan efectos adversos en la ganancia de peso de los animales en sus

respectivos experimentos, siendo las mayores inclusiones las que producen mayores mermas en la obtención de resultados.

### 3.4. Índice de conversión alimenticia (ICA)

El índice de conversión alimenticia (ICA) se obtuvo para determinar la eficiencia en el aprovechamiento del alimento que presentaron los cuyes en el presente experimento, durante las siete semanas que duró el tiempo de experimentación, para lo cual la relación de consumo de alimento suministrado a todos los grupos semanales y la ganancia de peso obtenido se obtuvieron los índices indicados en la tabla 3.11.

Es importante recalcar que la tabla de índices de conversión alimenticia totales y detallados se encuentra en los anexos.

**Tabla 3.11**

*Índice de conversión alimenticia (ICA)*

Tratamiento	Semana						
	1	2	3	4	5	6	7
T1	2.24	3.89	4.18	4.41	4.37	4.40	4.34
T2	2.62	3.98	3.72	4.11	4.53	4.56	4.99
T3	2.50	3.65	3.54	4.48	4.70	5.10	5.41

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

La Tabla 3.11 presenta los valores obtenidos para la conversión alimenticia semanal de los tratamientos T1, T2 y T3 desarrollados en el experimento. El ICA, como indicador, permitió señalar la mayor eficiencia alimenticia presentada por los animales a lo largo del desarrollo de la fase experimental, donde los valores más bajos reflejan una mayor eficacia

en el aprovechamiento del alimento; es decir, los animales lograron mayores pesos con menores consumos.

Los resultados obtenidos muestran una tendencia creciente del ICA, lo que indica que dicho índice aumenta con el paso del tiempo, resultado esperable en las fases finales de engorde. Esta tendencia también fue observada en trabajos como los de Mamani (2016) y Torres (2007), quienes reportaron ICA superiores al del tratamiento testigo cuando se incluyó HSPT cruda. En el presente estudio, T1 reportó los valores más bajos en casi todas las evaluaciones, por ejemplo, 2.24 en la semana 1 y 4.34 al finalizar la semana 7, lo que evidencia un buen aprovechamiento del alimento. En cambio, T2 registró valores de 2.62 en la primera semana y cerró con un índice de 4.99. Para T3, los resultados más altos se reportaron a partir de la semana 5, alcanzando un ICA final de 5.41, lo que refleja una baja eficiencia alimenticia asociada a los mayores niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

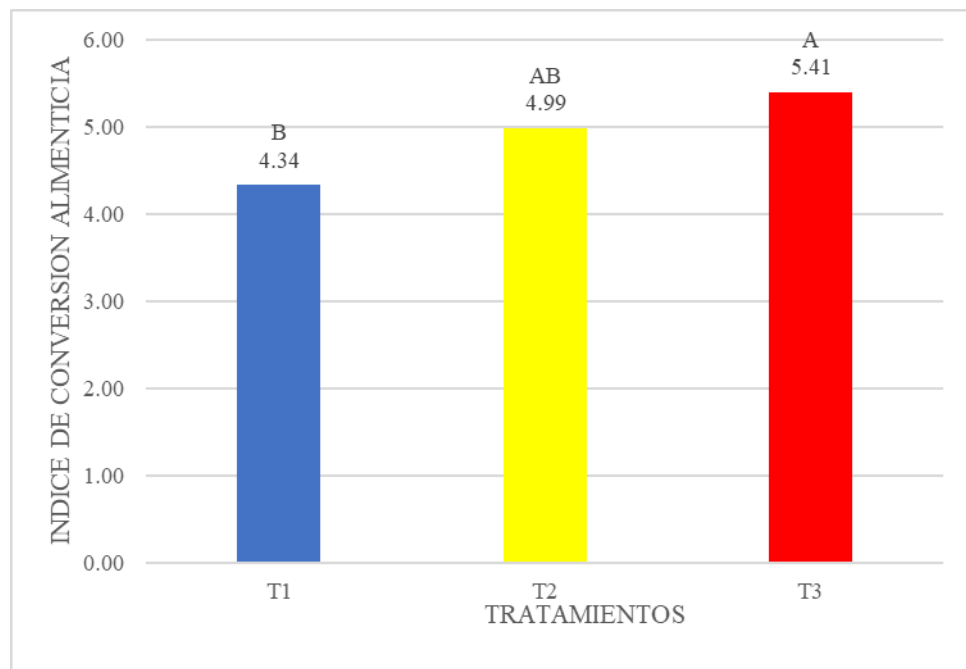
En contraste con estos resultados, Mamani (2016) obtuvo valores de ICA de 3.66, 4.00, 4.22, 4.60 y 4.57 para inclusiones de 0 %, 1.5 %, 3.0 %, 4.5 % y 6.0 % de HSPT cruda respectivamente, lo cual coincide con el presente trabajo al mostrar que, a mayor inclusión, mayor es el ICA. De forma similar, Torres (2007) reportó un ICA de 3.59 para el testigo y 4.58 para el tratamiento con 5 % de inclusión de HSPT cruda, lo que también evidencia cierta ineficiencia con niveles elevados de inclusión. Por otro lado, en los trabajos de Mieses (2017) y Enríquez (2019) se observan comportamientos distintos. Al comparar estos resultados con los de Enríquez (2019), se aprecia que el tratamiento T1 de este estudio presentó un ICA final más eficiente con 4.34, que el grupo testigo de Enríquez (2019) se obtuvo 4.45, aunque ligeramente superior al valor reportado para la misma

inclusión. De igual manera, en el estudio de Mieses (2017), el testigo obtuvo un ICA de 4.58 y el tratamiento con 10 % de inclusión alcanzó 4.02. En ese sentido, el comportamiento del tratamiento T1 se ubica en una posición intermedia respecto a ambas referencias, mostrando una eficiencia relativa frente a las inclusiones estudiadas por dichos autores. Lo cual sugeriría que los ICA que se establecieron son dependientes de las condiciones de manejo y otros parámetros como las líneas y el origen de los animales, con la tendencia de un menor ICA siempre para el T1.

No obstante, como se mencionó en la figura 3.3 estos parámetros por si solos no muestran efectivamente las respuestas de los animales a los tratamientos, si no, todos los parámetros evaluados juntos.

**Figura 3.7**

*Efecto del tratamiento sobre el índice de conversión alimenticia*



En la Figura 3.7 se observa el efecto de los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada (10 % y 15 %) en el alimento balanceado destinado a las raciones de cuyes de

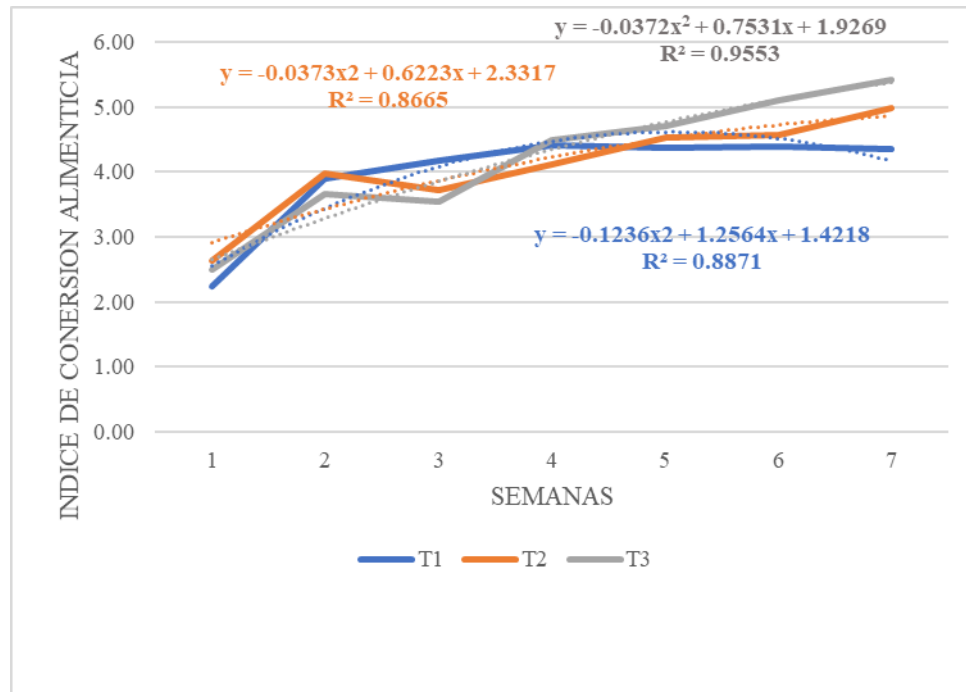
engorde, sobre el índice de conversión alimenticia (ICA). Se aprecia que el tratamiento T1, representado en color azul, presenta el ICA más bajo con un valor de 4.34, lo que indica una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento. Le siguen T2 con 4.99, en amarillo, y T3 con 5.41, en rojo, cuyos valores reflejan una eficiencia alimenticia progresivamente menor.

Estos resultados evidencian que el tratamiento T1 alcanzó una eficiencia alimenticia superior en comparación con los tratamientos que incluyeron HSPT cocinada y enjuagada. Según el análisis estadístico, los valores del índice de conversión alimenticia (ICA) presentan diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T1 (B) se diferencia estadísticamente de T3 (A), mientras que T2 (AB) no difiere significativamente de ninguno de los dos, lo que sugiere una posición intermedia. Lo cual contrasta con lo señalado anteriormente en la figura 3.3.

En conjunto, los datos sugieren que el tratamiento T1 fue el más eficiente en términos de conversión alimenticia, posiblemente debido a que su formulación no incorporó los compuestos antinutricionales descritos por Chittiboyina et al. (2023). No obstante, el tratamiento T2 también mostró resultados favorables, al alcanzar un ICA intermedio que no difiere estadísticamente de T1, lo que indica una eficiencia alimenticia comparable. Este comportamiento sugiere que el nivel de inclusión del 10 % de HSPT cocinada y enjuagada podría representar un punto de equilibrio entre el aprovechamiento nutricional del subproducto y la mitigación de sus factores antinutricionales, ofreciendo una alternativa viable y productivamente eficiente dentro del sistema de alimentación evaluado.

**Figura 3.8**

*Líneas de tendencia de los índices de conversión alimenticia*



La Figura 3.8 se observa la tendencia del comportamiento dice de conversión alimenticia (ICA) a lo largo de las semanas para tres tratamientos T1, T2 y T3 (0%, 10%, y 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada respectivamente), donde se presentan sus curvas de tendencia polinómica donde se muestran sus ecuaciones y sus coeficientes de determinación, donde es posible notar que T1 mantiene los valores de ICA más bajos durante todo el periodo experimental y un ajuste estadístico de  $R^2=0.8871$ , reflejando una mayor eficiencia alimenticia. En contraste, T3 presenta un aumento más marcado del ICA con el avance de las semanas, alcanzando los valores más altos y, por ende, mostrando la menor eficiencia. Además, el presenta un  $R^2= 0.9553$ , lo que valida la tendencia observada y respalda la superioridad del tratamiento T1 en términos de aprovechamiento del alimento, finalmente, el T2 muestra una curva con valores medios entre el T1 y T3 en el cual se puede

observar un  $R^2= 0.8665$ , Estos resultados evidencian que el T1 es el tratamiento más efectivo en cuanto a la eficiencia mostrada por el ICA.

**Tabla 3.12**

*Análisis de la varianza de los índices de conversión alimenticia*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
Entre tratamientos	2	1.72666667	0.86333333	11.95	0.0081
Error	6	0.43333333	0.07222222		
Suma total	8	2.16			

CV=5.45%

La Tabla 3.12 muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95 % de confianza, aplicado al índice de conversión alimenticia (ICA) de cuyes sometidos a tratamientos con inclusión de HSPT cocinada y enjuagada. En este análisis es posible notar que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí, dado el valor de  $p < 0.05$ .

A su vez, el coeficiente de variación muestra un valor bajo de 5.45 %, lo cual sugiere que los datos presentan una buena confiabilidad y una variabilidad relativa adecuada. Esto indica que los tratamientos tienen una influencia real sobre el ICA de los animales evaluados durante el experimento.

En conjunto, los resultados de esta tabla aportan evidencia sólida para afirmar que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada en diferentes proporciones tiene un efecto claro sobre la eficiencia alimenticia de los cuyes. Por otra parte, los resultados del ANOVA indican que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la cual señala la existencia de diferencias significativas entre los valores del ICA.

**Tabla 3.13**

*Prueba de contraste de Tukey para los índices de conversión alimenticia*

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T3	5.4333	A
T2	5.0000	A B
T1	4.3667	B

Prueba de Tukey realizada para la variable ICA obtenido entre los grupos de tratamiento

En la Tabla 3.13, mediante la prueba de Tukey, se afirma que los resultados del ICA para los tratamientos evaluados. Donde, se analizó el índice de conversión alimenticia alcanzado por los animales bajo tres tratamientos con distintos niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada: T1, T2 y T3 (0 %, 10 % y 15 % de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, respectivamente). Los promedios de los ICA indican que T3 generó el mayor valor con 5.4333, seguido por T2 con 5.0000 y, finalmente, T1 con 4.3667, lo que sugiere que el tratamiento testigo presenta una mejor eficiencia alimenticia frente a los tratamientos que incluyen HSPT, ya que requiere una menor cantidad de alimento para generar una ganancia de peso. Por otro lado, T3 fue el tratamiento menos eficiente, debido a que demanda mayor cantidad de alimento para lograr dicha ganancia.

Asimismo, en la tabla se observa que T1 y T3 presentan letras diferentes en la columna de significancia estadística: T3 (A) se diferencia significativamente de T1 (B). En cambio, T2 presenta ambas letras (A B), lo cual indica que no existen diferencias significativas con los otros dos tratamientos y, por tanto, representa un valor intermedio entre T1 y T3. Este resultado sugiere que el tratamiento T2, con una inclusión del 10 % de HSPT cocinada y enjuagada, logró mantener una eficiencia alimenticia estadísticamente comparable al tratamiento testigo, lo que evidencia su potencial como alternativa viable. Además, al no diferenciarse significativamente de T1, T2 podría considerarse una opción

equilibrada que combina el aprovechamiento nutricional del subproducto con una conversión alimenticia aceptable, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo sin comprometer el rendimiento.

Los resultados coinciden con lo reportado por Mamani (2016) y Torres (2007), quienes también observaron incrementos en los valores del ICA a medida que aumentaba la inclusión de HSPT cruda.

### 3.5. Rendimiento de carcasa

El rendimiento de carcasa, se refiere al porcentaje del peso vivo del animal correspondiente a las partes aprovechables y utilizables después del sacrificio y faenado de los cuyes, el cual se obtuvo mediante una relación entre el peso del animal después del sacrificio y faenado (animal sin pelo, sangre y vísceras a excepción de los riñones, el hígado, el corazón y los pulmones) con el peso vivo final obtenido por el animal.

Es importante recalcar que la tabla de rendimiento de carcasas totales y detallados se encuentra en los anexos.

**Tabla 3.14**

*Rendimiento de carcasa*

Tratamientos	Rendimiento de carcasa
T1	71.15 %
T2	69.21 %
T3	67.72 %

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

La Tabla 3.14 señala los valores obtenidos para el rendimiento de carcasa alcanzado por los tratamientos T1, T2 y T3, expresados en términos porcentuales. Se puede observar

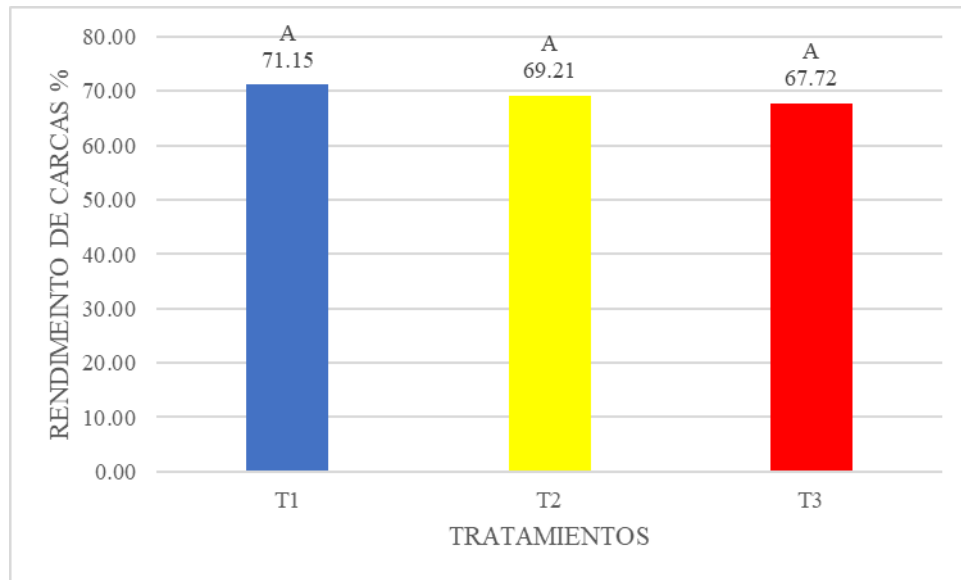
que el tratamiento T1 obtuvo el mayor rendimiento, con un valor de 71.15%, seguido por T2 con 69.21% y, finalmente, T3 con 67.72%. Esto señala que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada no tiene un impacto claro en el aprovechamiento cárnico de los cuyes, debido a que se presentan diferencias numéricas muy sutiles.

Sin embargo, estos datos muestran que T1 presenta un rendimiento superior muy sutil en comparación con los tratamientos que incluyen HSPT, lo cual sugiere que dicho tratamiento no genera efectos en cuanto a la producción cárnica, que es un parámetro clave para mejorar la rentabilidad de los sistemas de crianza de cuyes, por lo que no puede considerarse un parámetro concluyente respecto al efecto directo de la inclusión de HSPT sobre el rendimiento de carcasa.

Asimismo, Enriquez (2019) obtuvo rendimientos de 72.3% y 70.7% para su grupo testigo y su tratamiento con 10% de inclusión de HSPT cocinada respectivamente, lo cual refleja, de manera similar a este estudio, una ligera reducción del rendimiento con la inclusión de HSPT. En contraste, Mieses (2017) reportó valores de 71% y 73% para su testigo y el tratamiento con 10% de inclusión de HSPT cocinada. Los resultados del presente estudio muestran un rendimiento del testigo de 71.15%, valor similar al reportado por ambos autores. Sin embargo, en el caso de la inclusión de HSPT, los rendimientos obtenidos por Mieses (2017) fueron superiores a los del presente trabajo, lo cual podría explicarse por las diferentes características experimentales de cada estudio, teniendo en cuenta las líneas, las ubicaciones del experimento y el manejo brindado.

**Figura 3.9**

*Efecto del tratamiento sobre el rendimiento de carcasa*



La Figura 3.9 señala los resultados del efecto de las inclusiones de HSPT en el rendimiento de carcasa que presentaron los cuyes de los tratamientos T1, T2 y T3. Donde es posible observar que el tratamiento T1 obtuvo el valor porcentual más alto, con un 71.15% de carcasa, lo que refleja una buena eficiencia cárnica en relación con el peso vivo obtenido. Por otra parte, T2 reportó un valor de 69.21%, el cual no muestra una gran diferencia respecto a T1, aunque se encuentra ligeramente por debajo del testigo. Finalmente, T3 presentó el rendimiento más bajo, con un 67.72%, lo cual, indica que las inclusiones tienen un efecto que no impacta directamente la eficiencia cárnica, lo cual se refleja en los menores niveles de rendimiento de carcasa que se obtuvieron al utilizar porcentajes más altos de HSPT cocinada y enjuagada observados en los animales son muy similares porcentualmente al testigo.

**Tabla 3.15**

*Análisis de Varianza del rendimiento de carcasa*

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
Entre tratamientos	2	17.7486	8.8743	1.65	0.2683
Error	6	32.247	5.3745		
Suma total	8	49.9956			

CV=3.34%

La Tabla 3.15 muestra el análisis de varianza (ANOVA), con un 95 % de confianza, aplicado al rendimiento de carcasa de cuyes sometidos a tratamientos con inclusión de HSPT cocinada y enjuagada. En este análisis, es posible notar que los tratamientos no presentan diferencias significativas entre sí, dado que el valor de p es mayor a 0.05, siendo este de 0.2683.

Asimismo, el coeficiente de variación muestra un valor bajo de 3.34 %, lo cual sugiere que los datos presentan buena confiabilidad y una variabilidad relativa adecuada. Esto indica que los tratamientos exhiben una baja dispersión relativa frente a la media, lo que señala una buena precisión experimental. Es preciso indicar que, aunque el T1 presentó el mayor valor para el rendimiento de carcasa, estadísticamente no se puede establecer que presente diferencias con T2 y T3, lo cual indica que la HSPT cocinada y enjuagada, en las proporciones utilizadas, no generó un efecto diferencial significativo entre los tratamientos.

Por otra parte, los resultados del ANOVA indican que se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula, la cual señala la no existencia de diferencias significativas entre los valores del rendimiento de carcasa

**Tabla 3.16**

*Prueba de contraste de Tukey para los índices de conversión alimenticia*

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	SIGNIFICANCIA
T1	71.15	A
T2	69.21	A
T3	67.72	A

Prueba de Tukey realizada para la variable rendimiento de carcasa obtenido entre los grupos de tratamiento

La tabla 3.16 muestra que, los tratamientos no muestran diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos que incluían HSPT. Aunque el T1 presentó un mayor promedio en el rendimiento de carcasa, con un valor de 71.15 %, seguido por el T2 con 69.21 %, y finalmente el T3 con 67.72 %. Esto sugiere que la HSPT no genera un efecto directo sobre el rendimiento de carcasa de los cuyes. Por tanto, todos los tratamientos evaluados pueden considerarse equivalentes desde el punto de vista estadístico para esta variable.

Asimismo, es posible notar en la tabla que todos los tratamientos presentan la misma letra en la columna de diferencias significativas (A). Esto sugiere que pese a los compuestos antinutricionales presentes en la HSPT expuestos por Chittiboyina et al. (2023), los nutrientes presentes no alteran todos los parámetros productivos, siendo este último un importante parámetro para medir la productividad cárnica de los animales evaluados, ya que todos los tratamientos incluido el T3 no muestran diferencias estadísticas entre sí.

### **3.6. Retribución económica**

Para la retribución económica del consumo alimenticio, es necesario conocer el total de alimento consumido (alimento balanceado y FVH) por los animales a lo largo del

desarrollo del experimento. Por ello, los resultados obtenidos se analizaron desde un punto de vista productivo y considerando el impacto financiero que ocasionaron en el experimento, con el fin de determinar la eficiencia productiva.

**Tabla 3.17**

*Costo del alimento consumido*

Trat.	Alimento balanceado consumido	Costo	Costo alimento balanceado consumido	FVH consumido	Costo	Costo FVH consumido	Costo total
T1	2.08	1.48	3.08	0.53	0.46	0.25	3.32
T2	1.56	1.41	2.20	0.49	0.46	0.23	2.43
T3	0.97	1.38	1.33	0.46	0.46	0.21	1.55

T1: 0% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T2: 10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada, T3: 15% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

Es posible notar que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada genera una disminución en los costos de producción del alimento, lo cual impacta directamente en los costos de producción de los cuyes de engorde. Esto representa un punto positivo para este subproducto, ya que permite reducir notablemente el gasto. El alimento convencional presenta un costo de 1.48 S/. por kilogramo, seguido por el tratamiento T2 con 1.41 S/., finalmente el T3 con 1.38 S/.

Por otra parte, también muestra cómo varía el costo del alimento consumido por los animales según tres tratamientos diferentes: T1, T2 y T3. El tratamiento T1 evidencia el mayor consumo de alimento balanceado de 2.08kg, y, en consecuencia, el costo más alto con un valor de 3.08 S/. Además, se registra un consumo de FVH de 0.53kg, con un costo de 0.25 S/., alcanzando así el costo total más elevado: 3.32 S/.

Así mismo, en el tratamiento T2, se observa una reducción en el consumo de alimento balanceado con 1.56 kg, con un costo correspondiente de 2.20 S/. El consumo de FVH es de 0.49 kg, con un costo de 0.23 S/., lo que genera un costo total de 2.43 S/.

Finalmente, el tratamiento T3 mantiene un consumo de FVH muy similar al de T2 0.46 kg, pero reduce ligeramente el consumo de alimento balanceado 0.97 kg, alcanzando el costo más bajo en ambas categorías: 1.33 S/. para el alimento balanceado y 0.21 S/. para el FVH. El costo total en este caso es de solo 1.55 S/.

**Tabla 3.18**

*Retribución económica*

Trat.	Costo alimento consumido + FVH (s/.)	Peso vivo obtenido (kg)	Costo en el mercado/kg PV (s/.)	Retribución económica del alimento	Retribución porcentual del alimento (%)
T1	3.32	0.95	20.00	16.68	0.00
T2	2.43	0.75	20.00	17.57	5.34
T3	1.55	0.61	18.00	16.45	-1.37

Tabla de retribución económica que presentaron los animales del experimento al final del experimento.

La Tabla 3.17 muestra la comparación entre el gasto generado por el consumo total de alimento de los tratamientos T1, T2 y T3 aplicados a cuyes de engorde, considerando el costo del alimento consumido donde se incluye FVH y el precio que presentan estos animales en el mercado teniendo en cuenta el peso vivo obtenido, para determinar una comparación entre el costo generado en la alimentación con la retribución económica final. El tratamiento T1 presenta el mayor costo de alimentación 3.32 S/. pero también el mayor peso vivo obtenido 0.95 kg y un precio alto en el mercado 20 S/., lo que se traduce en una retribución económica de 16.68 S/.

En el tratamiento T2, se observa una reducción significativa en el costo del alimento consumido con un valor de 2.43 S/. aunque el peso vivo obtenido también disminuye a 0.75 kg. El precio de venta por kilogramo en este caso es de 20 S/., lo que genera una retribución económica de 17.56 S/. A pesar de la menor ganancia en peso, este tratamiento

logra una buena relación costo-beneficio, destacando por su eficiencia en el uso del alimento, con una 5.34% más que la alimentación con alimento del T1.

El tratamiento T3 representa el menor costo de alimentación con un valor de 1.55 S/. y el menor peso vivo obtenido con 0.61 kg, con un precio de mercado de 18 S/. debido al tamaño que presentaron los animales después del faenado. La retribución económica resultante es de 16.45 S/., la más baja entre los tres tratamientos, generando una retribución porcentual negativa de -1.45% frente al testigo. Aunque este tratamiento es el más económico en términos de alimentación, su menor rendimiento en peso y valor de mercado limita su rentabilidad.

En conjunto, los datos muestran que, si bien la inclusión de HSPT reduce los costos de alimentación, también puede afectar el peso final y el valor comercial del animal. El tratamiento T2 ofrecer un equilibrio favorable entre costo y rendimiento económico, mientras que T1 es más costoso, y aunque presenta los parámetros productivos más altos, no presenta la retribución del T2 que igualmente es aceptado en el mercado.

### **3.7. Mortalidad**

En el desarrollo de la fase experimental en los Tratamientos T1, T2 y T3 no hubo mortalidad, pero es importante señalar que los animales con una inclusión del 20% de HSPT cocinada y enjuagada presentaron una disminución del consumo de alimento balanceado desde la segunda semana, seguida de muertes repentinas. Antes de fallecer, mostraron letargo, movilidad reducida y decaimiento general, con una posterior muerte súbita. En el examen postmortem, se evidenciaron lesiones hemorrágicas en el tracto intestinal, riñones con manchas rojizas y la presencia de orina con rastros de sangre en la

vejiga, hallazgos que se observaron en todos los animales del T4 (20% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada) con observaciones similares las obtenidas por Torres (2007). Estos signos difieren de los reportados por Enríquez (2019) y Miseses (2017) quienes observaron animales decaídos, con hinchazón intestinal y posterior muerte, además de hígado hinchado y sanguinolento, junto con la presencia de gases en el tracto intestinal durante su evaluación,

Además, lo anterior podría evidenciar la eliminación de un compuesto antinutricional presente en la harina de tara y la posible aparición de otro con efectos más severos o una reducción mayor del compuesto antinutricional descrito por Chittiboyina et al. (2023). Además, basándose en los hallazgos de Chittiboyina et al. (2023), quienes demostraron que la baikiaína, un compuesto antinutricional presente en la HSPT, puede generar indicadores de daño renal y hepático en los animales de su experimento, se podrían establecer relaciones con los signos observados en el presente estudio, los cuales muestran similitudes con los efectos tóxicos descritos en su investigación.

Para una mejor comprensión de los resultados, se pueden revisar las fotografías correspondientes en las figuras 3.9, 3.10 y 3.11.

**Figura 3.9**

*Riñón de un ejemplar del tratamiento 4 al morir*



**Figura 3.10**

*Vejiga de un cuy del tratamiento 4 con líquido rojizo en su interior*



**Figura 3.11**

*Intestinos con la presencia de venas muy marcadas en un cuy del tratamiento 4*



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSION**

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el efecto de la harina de subproducto de tara (HSPT) en los parámetros productivos no depende únicamente del nivel de inclusión, sino también del tipo de procesamiento previo al que es sometida. Siendo uno de los tratamientos de cocción y enjuagado que permite su utilización en cantidades mayores.

La inclusión de HSPT puede ser viable hasta en inclusiones menores al 10 %, ya que dentro de los parámetros evaluados existen diferencias significativas para un  $p < 0.05$  del T2 (10% de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada) frente a los demás tratamientos y pese a tener diferencias significativas menores con un testigo, sus valores son cercanos.

La retribución económica del alimento mejora en 5.34% con una inclusión de 10% de HSPT cocinada y enjuagada, sin embargo, en cuanto se incrementa su inclusión se genera un efecto negativo en la salud de los animales y por ende una retribución menor.

## **CAPÍTULO V**

### **RECOMENDACIONES**

Realizar pruebas con otros tratamientos previos a la utilización de la HSPT, como la fermentación o una combinación de esta con los procesos aplicados en el presente estudio, con el objetivo de eliminar los compuestos antinutricionales presentes en este subproducto y promover un mayor aprovechamiento.

Profundizar mediante trabajos de investigación, en la identificación y cuantificación de los compuestos antinutricionales de la HSPT, con la finalidad de establecer estrategias eficaces para su eliminación y así ampliar su uso en sistemas productivos.

Evaluar las características organolépticas que presentan los animales después de ser alimentados con este subproducto.

Probar este subproducto cocinado y enjuagado, así como como con un proceso de fermentado en otras especies con la finalidad de determinar si otras especies monogástricas puede tolerar mayores inclusiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adeyemo, S. M., Onilude, A. A., & Olugbogi, D. O. (2016). Reduction of anti-nutritional factors of sorghum by lactic acid bacteria isolated from abacha- an African fermented staple. *Frontiers In Science*, 6(1), 25-30.  
<https://doi.org/10.5923/j.fs.20160601.03>
- Agume, A., Njintang, N., & Mbofung, C. (2017). Effect of Soaking and Roasting on the Physicochemical and Pasting Properties of Soybean Flour. *Foods*, 6(12), 1-10.  
<https://doi.org/10.3390/foods6020012>
- Alemán, F. (2009). La tara *Caesalpinia spinosa* (Mol.) o. Kuntze, especie prodigiosa para los sistemas agroforestales en valles interandinos. *ACTA NOVA*, 4(2-3), 300-307.  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1683-07892009000100009#:~:text=La%20tara%20Caesalpinia%20spinosa%20\(Molina\),importante%20en%20los%20sistemas%20agroforestales.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892009000100009#:~:text=La%20tara%20Caesalpinia%20spinosa%20(Molina),importante%20en%20los%20sistemas%20agroforestales.)
- Camacho, Y. I., Ordoñez, O. R., & Chalco, W. R. (2020). Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente del barrio el portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 22-32. <https://doi.org/10.47840/reina20216>
- Cardona, J., Portillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellaneda, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Cardona, M. G., Sorza, J. D., Posada, S. L., Carmona, J., Ayala, S. A., & Alvarez, O. (2003). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de

- contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 240-246. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323805>
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. FAO. <https://www.fao.org/4/W6562S/w6562s00.htm#TopOfPage>
- Chiou, P. W., Yu, B., & Kuo, C. (2000). Comparison of Digestive Function Among Rabbits, Guinea-Pigs, Rats and Hamsters. I. Performance, Digestibility and Rate of Digesta Passage. *Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences*, 13(11), 1499-1507. <https://doi.org/10.5713/ajas.2000.1499>
- Chittiboyina, A. G., Ali, Z., Avula, B., Khan, S. I., Mir, T. M., Zhang, J., Aydoğan, F., Zulfikar, F., Techen, N., Parveen, I., Pandey, P., Adams, S. J., Wang, Y., Zhao, J., Marshall, G. D., Pugh, N. D., & Khan, I. A. (2023). Is Baikiain in Tara Flour a Causative Agent for the Adverse Events Associated with the Recalled Frozen French Lentil & Leek Crumbles Food Product? - A Working Hypothesis. *Chemical Research In Toxicology*, 36(6), 818-821. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.3c00100>
- Dávila, A. P., Mora, C. F., & Córdoba, C. A. (2018). CARACTERIZACIÓN ETOLOGICA DEL CUY (*Cavia porcellus*) EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN TRADICIONAL Y TECNIFICADO. *Revista Investigación Pecuaria*, 5(1), 5-15. <https://doi.org/10.22267/revip.1851.1>
- Davila, M. A., Sangronis, E., & Granito, M. (2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 53(4), 348-354.

[https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222003000400003&script=sci\\_arttext](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222003000400003&script=sci_arttext)

De la Cruz, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 7(14), 64-73.

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733>

De La Torre, L. (2018). *La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales*. CONDESAN.

<https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Tara-Condesan-2.pdf>

Devi, R., Chaudhary, C., Jain, V., Saxena, A., & Chawla, S. (2018). Effect of soaking on anti-nutritional factors in the sun-dried seeds of hybrid pigeon pea to enhance their nutrients bioavailability. *Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry*, 7(2), 675-680. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue2/PartJ/7-2-11-431.pdf>

Dostert, N., Brokamp, G., Cano, A., Roque, J., Luebert, F. T., La Torre, M. I., & Weigend, M. (2009). *Factsheet: Datos botánicos de Tara - Caesalpinia Spinosa (Molina) Kuntze* (1.<sup>a</sup> ed.). Proyecto Perú Biodiverso.

<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/191>

ECOBONA. (2008). *LA TARA (Caesalpinia spinosa) EN PERÚ, BOLIVIA y ECUADOR: Análisis de la cadena productiva en la región*. Programa ECOBONA.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tara-peru-bolivia-ecuador-analisis-cadena-productiva-region?form=MG0AV3>

- Enriquez, H. M. (2019). *Niveles de harina subproducto de tara (Caesalpinia spinosa) cocinada para ración de cuyes de engorde en el rendimiento productivo ayacucho – 2019* [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Fierro, O., Siano, F., Bianco, M., Vasca, E., & Picariello, G. (2024). Comprehensive molecular level characterization of protein- and polyphenol-rich tara (*Caesalpinia spinosa*) seed germ flour suggests novel hypothesis about possible accidental hazards. *Food Research International*, *181*, 114119.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114119>
- Frias, H. (2023). *CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA DEL CIEGO EN CUYES (Cavia porcellus) DE LAS RAZAS INTI, PERÚ y ANDINA, CHACHAPOYAS-2021* [Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS].  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3070>
- Hinojosa, R. A., Yzarra, A., & Rojas, G. (2022). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia cobayo*) bajo el efecto de cuatro sistemas de alimentación. *Revista Alfa*, *6*(16), 178-185. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.160>
- Iyayi, E. A., & Aderolu, Z. A. (2003). Enhancement of the feeding value of some agro-industrial by-products for laying hens after their solid state fermentation with *Trichoderma viride*. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, *3*(3), 182-185. <https://doi.org/10.5897/ajb2004.000-2032>
- Limaymanta, J., Retuerto, M., Tarazona, J. P., Cosquillo, M. F., Villafuerte, U., & Ramos, E. (2023). *CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA y CAPACIDAD*

ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE LOS FRUTOS DE CAESALPINIA SPINOSA (MOLINA) KUNTZE "TARA". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 89(04), 25-38.

<https://doi.org/10.37761/rsqp.v89i04.448>

Mamani, J. (2016). "*Efecto de la inclusión en diferentes niveles de subproducto de semilla de tara (Caesalpinia spinosa) Sobre el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento, en la irrigación de Majes, provincia de Caylloma, región Arequipa, 2016*" [Tesis, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA].

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d206ae1b-fbab-44c5-bea9-8179b56e7e1f/content>

Martel, C., Rojas, N., Marín, M., Avilés, R., Neira, E., & Santiago, J. (2014). *Caesalpinia spinosa* (Caesalpiniaceae) leaves: anatomy, histochemistry, and secondary metabolites. *Revista Brasileira de Botânica*, 37(2), 167-174.

<https://doi.org/10.1007/s40415-014-0059-0>

Mattos, J., Chauca, L., San Martín, F., Carcelén, F., & Arbaiza, T. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(2), 89-96.

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000200001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000200001)

Mieses, L. (2017). *Efecto de cocción y tostado de la harina de subproducto de tara (caesalpineia spinosa) en raciones de cuyes de engorde, 2694 msnm. Ayacucho*

[Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.

- Mukherjee, R., Chakraborty, R., & Dutta, A. (2016). Anti-Nutritional factors as determinants of soybean quality. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 29(11), 1523-1529. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0627>
- Murga, H. M., Abanto, C. A., & Polo, A. R. (2016). Aspectos biológicos y control de un gracillárido (Gracillariidae: lepidóptera) en *Caesalpinia spinosa* (Mol.) Kuntze (1898), en Cajamarca, Perú. *DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals)*, 7(2), 93-102. <https://doaj.org/article/57578a26696c4d618c4ff9f49cf224a2>
- Ojokoh, A. O., Daramola, M. K., & Oluoti, O. J. (2013). Effect of fermentation on nutrient and anti-nutrient composition of breadfruit (*Treculia africana*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) blend flours. *African Journal Of Agricultural Research*, 8(27), 3566-3570. <https://doi.org/10.5897/ajar12.1944>
- Parsons, C., Castanon, F., & Han, Y. (1997). Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poultry Science*, 76(2), 361-368. <https://doi.org/10.1093/ps/76.2.361>
- Picariello, G., Fierro, O., Vasca, E., & Siano, F. (2024). Characterization of flavone C-glycosides and phenolic compounds in tara (*Caesalpinia spinosa*) seed germ flour by HPLC coupled with high resolution mass spectrometry. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 107145. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107145>
- Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL. (2018). *MANUAL DE ABONAMIENTO CON GUANO DE LAS ISLAS* (1.<sup>a</sup> ed.). AGRO RURAL – Dirección de Abonos. <https://www.agrorural.gob.pe/wp->

content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIEN  
TO%20CON%20G.I..pdf

- Quintana, R. M. (2009). *INHIBICIÓN DE FACTORES ANTINUTRICIONALES (TANINOS), PRESENTES EN LA SEMILLA y TORTA DEL SACHA INCHI (Plukenetia volubilis L.) MEDIANTE DIFERENTES TRATAMIENTOS TERMICOS*. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva].  
<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8038247c-3383-4367-8358-bb3d77fd742a/content?form=MG0AV3>
- Quispe, W. (2006). *Niveles de harina de fécula de tara (Caesalpinea spinosa) en alimentación de cuyes mejorados. Ayacucho 2750 m.s.n.m* [Tesis].  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Reyes, F. D., Aguiar, S. N., Enríquez, M. A., & Uvidia, H. A. (2021). Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus L.*) en Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 7(6), 1004-1018. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>
- Reynaga, M. F., Vergara, V., Chauca, L., Muscari, J., & Higaonna, R. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18173. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
- Robles, G. (2018). *Reemplazo de la alfalfa en verde por forraje hidropónico de cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento a 2750 m.s.n.m. - INIA Ayacucho* [Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA].

<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f0997012-0c2c-4517-8b2d-52b114ea10ae/content>

Romero, I. (2019). *Producción y comercio de la TARA en el Perú*. Dirección General de Políticas Agrarias DGPA - DEEIA - MINAGRI.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419835/produccion-comercio-de-la-tara-peru.pdf>

Sakaguchi, E., Itoh, H., Uchida, S., & Horigome, T. (1987). Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. *British Journal Of Nutrition*, 58(1), 149-158.

<https://doi.org/10.1079/bjn19870078>

Taipe, R., Fernández, M., Villanueva, M. E., & Gomez, C. (2022). Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2), e2355. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2355](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2355)

Torres, J. (2007). *Evaluación de 4 niveles de subproducto de tara en el engorde de cuyes* [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.

Ulibarri, E. A. (1996). Sinopsis de *Caesalpinia* y *Hoffmannseggia* (Leguminosae - Caesalpinioideae) de Sudamérica. *Darwiniana Nueva Serie*, 34, 299-348.

<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.341-4.423>

Vega, C. (2019). “*SILVICULTURA Y COMERCIALIZACIÓN DE LA TARA (Caesalpinia spinosa (Feuillee ex Molina) Kuntze)*” [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca].

[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3203/M016\\_42487222\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3203/M016_42487222_T.pdf?sequence=1)

Villena, J. J., Seminario, J. F., & Valderrama, M. A. (2019). Variabilidad morfológica de la «tara» *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla. *Arnaldoa*, 26(2), 555-574.  
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26203>

Vivas, J. A., & Carballo, D. (2013). *ESPECIES ALTERNATIVAS: MANUAL DE CRIANZA DE COBAYOS (Cavia porcellus)* (1.<sup>a</sup> ed.). U.N.A.  
<https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>

## ANEXOS

### *Anexo 1 Pesos Vivos promedio obtenidos en el experimento*

tratamientos	repeticiones	semanas							
		0	1	2	3	4	5	6	7
T1	1	374.00	411.00	434.00	508.00	565.00	675.00	792.00	966.00
	2	365.00	403.00	428.00	488.33	540.00	661.00	775.33	920.00
	3	366.00	411.67	459.00	500.00	573.33	664.33	818.67	966.00
T2	1	369.33	406.33	425.00	485.33	543.33	591.00	674.00	786.00
	2	345.33	380.67	402.00	457.00	528.00	591.67	662.67	762.67
	3	351.33	389.00	407.00	487.33	530.33	591.00	663.33	702.34
T3	1	376.67	402.33	424.67	461.33	492.00	540.00	598.22	640.33
	2	365.33	387.33	411.00	455.67	476.16	532.74	551.37	603.15
	3	350.33	386.12	419.01	452.81	484.25	536.33	580.64	598.56
T4	1	369.67	325.33	309.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	357.00	313.33	252.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	375.00	358.67	295.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### *Anexo 2 Consumo de alimento balanceado promedio*

Trat.	Rep.	semanas							
		0	1	2	3	4	5	6	7
T1	1	0.00	53.40	176.18	429.25	644.14	1060.03	1522.79	2107.22
	2	0.00	36.33	159.33	353.99	588.42	1012.85	1509.57	2037.08
	3	0.00	47.94	208.11	420.68	685.53	1035.16	1548.15	2107.69
T2	1	0.00	38.83	114.82	281.49	536.74	773.90	1095.54	1603.65
	2	0.00	55.85	136.01	308.43	561.59	871.07	1175.74	1680.32
	3	0.00	68.01	153.13	348.01	523.33	791.45	1009.61	1403.54
T3	1	0.00	22.01	88.24	173.54	314.13	502.92	718.11	922.26
	2	0.00	21.80	78.31	154.72	305.09	545.83	753.46	929.60
	3	0.00	28.47	120.46	239.15	419.09	629.92	816.66	1051.63
T4	1	0.00	17.49	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00	19.13	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	19.29	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Anexo 3 Consumo de FVH*

Trat.	Repe.	semanas							
		0	1	2	3	4	5	6	7
T1	1	0	262	288	304	356	396	473	535
	2	0	256	282	300	342	378	463	521
	3	0	256	288	321	350	401	465	539
T2	1	0	259	284	298	340	380	414	497
	2	0	242	266	281	320	370	414	479
	3	0	246	272	285	341	371	414	486
T3	1	0	264	282	297	323	344	378	469
	2	0	256	271	288	319	333	373	449
	3	0	245	270	286	317	339	375	455
T4	1	0	33	20	3	0	0	0	0
	2	0	28	20	4	0	0	0	0
	3	0	29	15	0	0	0	0	0

*Anexo 4 Consumo de M.S. Total*

Trat.	Repe.	semanas						
		1	2	3	4	5	6	7
T1	1	97.6	269.0	573.3	848.3	1330.9	1873.5	2551.5
	2	79.5	250.1	495.4	787.5	1275.8	1850.6	2469.8
	3	91.2	300.0	566.8	890.8	1308.2	1899.7	2556.0
T2	1	82.5	206.5	423.4	736.0	1037.4	1428.9	2016.7
	2	96.7	221.8	441.8	748.9	1120.8	1495.4	2078.3
	3	109.5	240.6	483.6	716.5	1047.3	1335.4	1807.7
T3	1	66.5	180.3	315.8	510.9	757.9	1036.9	1311.7
	2	65.0	167.3	292.3	496.5	793.5	1064.1	1303.2
	3	69.9	207.5	374.5	608.0	876.1	1126.2	1429.8
T4	1	50.0	20.8					
	2	46.9	22.4					
	3	48.0	18.1					

*Anexo 5 Ganancia de peso*

Trat.	Repe.	semanas							
		0	1	2	3	4	5	6	7
T1	1	0.0	37.0	60.0	134.0	191.0	301.0	418.0	592.0
	2	0.0	38.0	63.0	123.3	175.0	296.0	410.3	555.0
	3	0.0	45.7	93.0	134.0	207.3	298.3	452.7	600.0
T2	1	0.0	37.0	55.7	116.0	174.0	221.7	304.7	416.7
	2	0.0	35.3	56.7	111.7	182.7	246.3	317.3	417.3
	3	0.0	37.7	55.7	136.0	179.0	239.7	312.0	351.0
T3	1	0.0	25.7	48.0	84.7	115.3	163.3	221.6	263.7
	2	0.0	22.0	45.7	90.3	110.8	167.4	186.0	237.8
	3	0.0	35.8	58.7	102.5	133.9	186.0	230.3	248.2
T4	1	0.0	-44.3	-60.3					
	2	0.0	-43.7	-104.7					
	3	0.0	-16.3	-79.5					

*Anexo 6 Índice de conversión alimenticia Total*

Trat.	Repe.	semanas							
		0	1	2	3	4	5	6	7
T1	1		2.6	4.5	4.3	4.4	4.4	4.5	4.3
	2		2.1	4.0	4.0	4.5	4.3	4.5	4.5
	3		2.0	3.2	4.2	4.3	4.4	4.2	4.3
T2	1		2.2	3.7	3.7	4.2	4.7	4.7	4.8
	2		2.7	3.9	4.0	4.1	4.6	4.7	5.0
	3		2.9	4.3	3.6	4.0	4.4	4.3	5.2
T3	1		2.6	3.8	3.7	4.4	4.6	4.7	5.0
	2		3.0	3.7	3.2	4.5	4.7	5.7	5.5
	3		2.0	3.5	3.7	4.5	4.7	4.9	5.8

Anexo 7 Rendimiento de carcasa

Rendimiento de carcasa		
	1	70.20
T1	2	71.62
	3	71.63
	1	69.84
T2	2	71.75
	3	66.04
	1	69.39
T3	2	64.67
	3	69.10

Anexo 8 Costo por kg de alimento

Ingredientes	Costos/kg	T1		T2		T3		T4	
		kg	Costo (S/)	kg	Costo (S/)	kg	Costo (S/)	kg	Costo (S/)
Maíz amarillo	1.65	20.06	33.10	20.06	33.10	20.06	33.10	20.00	33.00
Cebada	1.80	21.05	37.89	21.05	37.89	21.05	37.89	21.00	37.80
T. soya	2.55	19.80	50.49	9.80	24.99	4.80	12.24	0.00	0.00
Subproducto de trigo	1.20	35.10	17.55	35.10	17.55	35.10	17.55	35.10	17.55
Pasta de algodón	1.90	3.00	3.60	3.00	3.60	3.00	3.60	3.00	3.60
HSPT	0.50	0.00	0.00	10.00	19.00	15.00	28.50	20.00	38.00
Carbonato de calcio	0.70	0.47	0.33	0.47	0.33	0.47	0.33	0.47	0.33
Fosfato dicalcico	6.80	0.28	1.90	0.28	1.90	0.28	1.90	0.28	1.90
Sal común	1.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Premezcla V-M	21.00	0.09	1.89	0.09	1.89	0.09	1.89	0.09	1.89
Zinc Bacitracina	15.00	0.05	0.75	0.05	0.75	0.05	0.75	0.05	0.75
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>1.48</b>	<b>100</b>	<b>1.41</b>	<b>100</b>	<b>1.38</b>	<b>100</b>	<b>1.35</b>

Tabla comparativa de los costos totales obtenidos para la preparación del alimento balanceado.

*Anexo 9 Costo del FVH*

<b>Ingredientes</b>	<b>Costos</b>	<b>Und.</b>	<b>18 kg de FVH</b>	
			<b>Cant</b>	<b>Costo (S/)</b>
Cebada	1.80	kg	4.00	7.20
Lejía	2.00	L	0.30	0.60
Agua	15.41	m3	0.02	0.31
Luz	0.88	kW/h	0.25	0.22
<b>TOTAL</b>		<b>(S/)</b>	<b>4.57</b>	<b>8.33</b>
<b>TOTAL, PARA 1 kg de FVH</b>		<b>(S/)</b>		<b>0.46</b>

Tabla que señala los costos totales obtenidos para la obtención de 18kg de FVH.

*PANEL FOTOGRÁFICO*

*Anexo 10 Harina de subproducto de tara*



*Anexo 11 Materiales para el tratamiento de la HSPT*



Anexo 12 Tratamiento de la HSPT



*Anexo 13 Reposado, remojo, enjugado y filtrado de la HSPT cocinada y enjuagada.*



*Anexo 14 Oreado y secado de la HSPT.*



*Anexo 15 Molienda de la HSPT cocinada y enjugada seca*



*Anexo 16 Preparación del alimento balanceado*



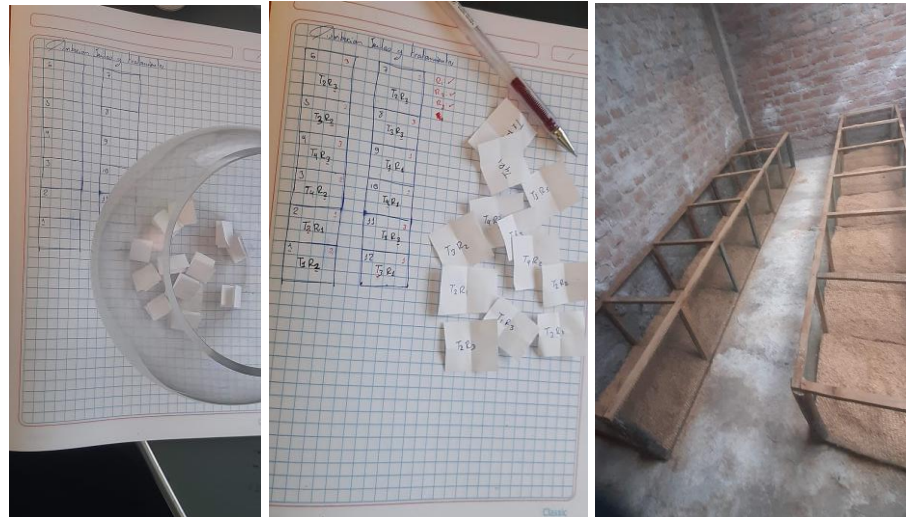
*Anexo 17 Preparación del galpón*



*Anexo 18 Desinfección del galpón*



### Anexo 19 Sorteo y distribución de tratamientos



### Anexo 20 Preparación, crecimiento y oreado del FVH



*Anexo 21 Recepción y ubicación de los tratamientos*



*Anexo 22 Pesado de alimento y FVH*



*Anexo 23 Limpieza semanal de pozas, comederos y bebederos*



*Anexo 24 Control de peso semanal de los animales*



*Anexo 25 Faenado, eviscerado y oreado de los animales*



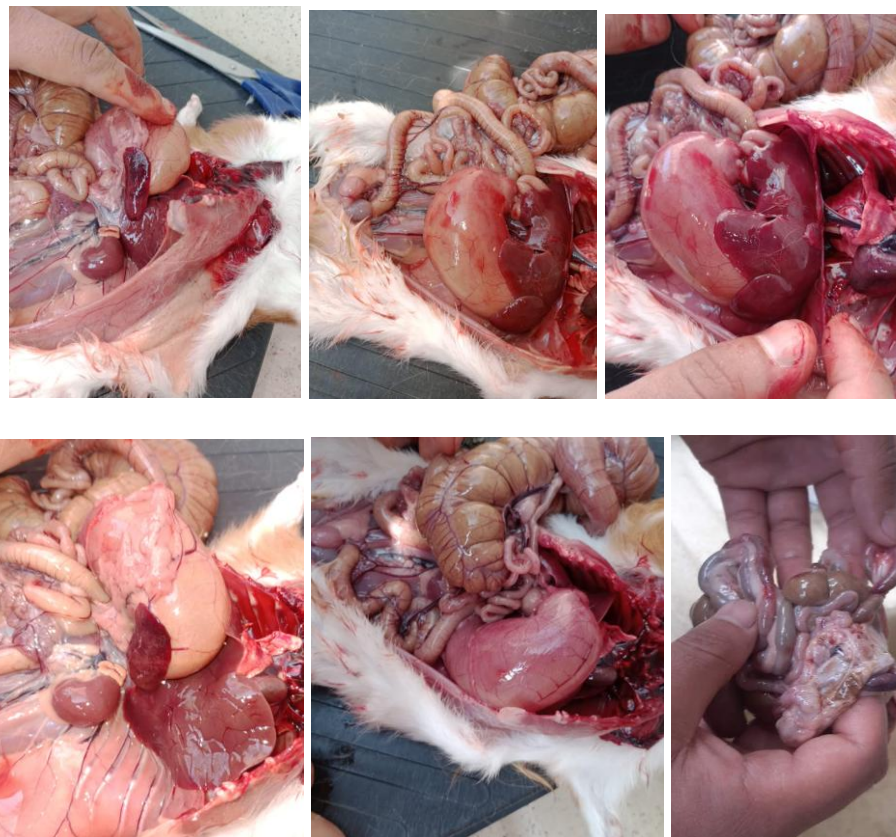
*Anexo 26 Pesado de carcasa*



*Anexo 27 Toma de datos para el FVH*



*Anexo 28 Examen postmortem de los animales afectados del T4*





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. MIKHAEL ALAIN NAVARRETE VEGA**

**R.D. N° 342-2025-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los veinte días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa, M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco como asesor; M.Sc. Dimas Alberto Quintanilla Melgar y el M.V. William Ulises Palomino Conde; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Tratamiento de cocción y enjuagado de subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) en niveles de raciones en engorde para el rendimiento productivo de cuyes, Ayacucho 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **MIKHAEL ALAIN NAVARRETE VEGA**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa	16	15	16	16
M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco	17	17	17	17
M.Sc. Dimas Alberto Quintanilla Melgar	16	14	15	15
M.V. William Ulises Palomino Conde	15	15	15	15
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>16</b>

**OBSERVACIONES:** Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el titulo del trabajo de investigación debe ser: **Subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024**

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....  
**M.Sc. Teodoro Espinoza Ochoa**  
**Presidente**

.....  
**M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco**  
**Asesor**

.....  
**M.Sc. Dimas Alberto Quintanilla Melgar**  
**Jurado**

.....  
**M.V. William Ulises Palomino Conde**  
**Jurado**

.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
**Secretario Docente**

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R y la R.D N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo titulado;

### **Subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024**

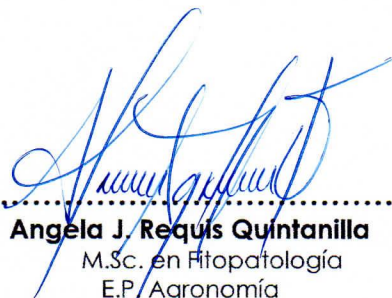
Autor : Mikhael Alain Navarrete Vega  
Asesor : Wilber Samuel Quijano Pacheco

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de nueve **(9%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2818900626

Ayacucho, 17 de noviembre de 2025



.....  
**Angela J. Requis Quintanilla**

M.Sc. en Fitopatología  
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

# Subproducto de tara (Caesalpinia spinosa) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024

*por* Mikhael Alain Navarrete Vega

---

**Fecha de entrega:** 17-nov-2025 08:16p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2818900626

**Nombre del archivo:** Tesis\_final\_1.pdf (4.45M)

**Total de palabras:** 23631

**Total de caracteres:** 124639

# Subproducto de tara (Caesalpinia spinosa) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde, Ayacucho 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	3%
	Trabajo del estudiante	
2	docplayer.es	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unfv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unc.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unsch.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
7	revistas.unitru.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

8	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://repositoriobe.espe.edu.ec">repositoriobe.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://dspace.espoch.edu.ec">dspace.espoch.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://dspace.ueb.edu.ec">dspace.ueb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Peruana Los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
19	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

20 biblioteca.galileo.edu

Fuente de Internet

<1 %

21 Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina

Trabajo del estudiante

<1 %

22 peruviantaraexportacion.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada y enjuagada en diferentes niveles de inclusión en raciones sobre el rendimiento productivo de cuyes en engorde,

Ayacucho 2024

Mikhael Alain Navarrete Vega

[mikhael.navarrete.01@unsch.edu.pe](mailto:mikhael.navarrete.01@unsch.edu.pe)

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el uso de un ingrediente alternativo en la alimentación animal, la harina de subproducto de tara (HSPT). cuyo objetivo fue evaluar el tratamiento de cocción y enjuagado de subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) en niveles para raciones en engorde de cuyes. Se planteó bajo el diseño completamente randomizado con cuatro tratamientos tres repeticiones y tres cuyes como unidad experimental. Se utilizó 36 cuyes recién destetados machos mejorados. Los tratamientos tuvieron la inclusión en el alimento balanceado (0, 10, 15 y 20%) de la HSPT sometidos al proceso de cocción y enjuague, la duración del experimento fue 45 días. Los resultados fueron que el tratamiento con 20% de inclusión no culminó la prueba presentando intoxicación, con los otros tratamientos para los parámetros evaluados existió diferencia significativa ( $P>0.05$ ) a favor del testigo; sin embargo, se nota la viabilidad y mejor retribución económica con el tratamiento de 10% de inclusión de la HSPT, concluyendo que siendo un producto de la región con un buen contenido proteico, se necesita mayores estudios que permitan mejorar las técnica del proceso y evitar los compuestos antinutricionales que impiden se utilización.

**Palabras Clave:** Harina de subproducto de tara (HSPT), compuestos antinutricionales, Cuy.

Cooked and rinsed Tara (*Caesalpinia spinosa*) byproduct at different inclusion levels in diets on the productive performance of fattening guinea pigs, Ayacucho 2024

Mikhael Alain Navarrete Vega

[mikhael.navarrete.01@unsch.edu.pe](mailto:mikhael.navarrete.01@unsch.edu.pe)

## ABSTRACT

This study evaluated the use of an alternative ingredient in animal feed: tara by-product meal (HSPT). The objective was to assess the cooking and rinsing treatment of tara by-product (*Caesalpinia spinosa*) at different inclusion levels in fattening diets for guinea pigs. A completely randomized design was used, with four treatments, three replications, and three guinea pigs per experimental unit. A total of 36 recently weaned improved male guinea pigs were used. The treatments included HSPT in the balanced feed at levels of 0%, 10%, 15%, and 20%, all subjected to cooking and rinsing processes. The experiment lasted 45 days.

The treatment with 20% inclusion did not complete the trial due to intoxication. Among the remaining treatments, significant differences ( $P>0.05$ ) were observed in favor of the control group. However, the 10% inclusion treatment demonstrated viability and better economic return. It is concluded that, being a regional product with high protein content, further studies are needed to improve processing techniques and eliminate antinutritional compounds that hinder its broader use.

**Keywords:** Tara by-product meal (HSPT), antinutritional compounds, guinea pig

## 1. INTRODUCCIÓN

La tara (*Caesalpinia spinosa*) es un cultivo de alto valor comercial por sus aplicaciones en las industrias alimentaria y farmacéutica. Sin embargo, el germen del fruto, considerado un residuo agroindustrial, posee un elevado contenido proteico que podría aprovecharse en la alimentación animal (De la Cruz, 2004). Perú lidera la producción

mundial de tara, siendo Ayacucho una región productora, que comprende un gran porcentaje de la producción nacional. A pesar de la expansión agrícola del cultivo (ECOBONA, 2008), la industrialización local genera grandes volúmenes de germen sin un uso adecuado (Mieses, 2017), lo que demanda investigaciones orientadas a reducir sus compuestos antinutricionales y validar su potencial como fuente proteica.

El crecimiento de la producción de cuyes ha incrementado la demanda de insumos para alimentos balanceados, en un contexto regional de escasez de ingredientes. Este subproducto podría representar una alternativa viable para reducir costos y generar oportunidades de negocio (Reyes et al., 2021). Aunque estudios previos establecieron un límite de inclusión del 4% (Torres, 2007; Quispe, 2006), investigaciones recientes con tratamientos térmicos han permitido elevar este nivel hasta un 10%, con posibilidades de incrementarlo aún más (Mieses, 2017; Enríquez, 2022).

En este contexto, el presente estudio buscó evaluar el uso del germen de tara cocido y enjuagado como subproducto agroindustrial en raciones para cuyes en engorde, con el objetivo de determinar su efecto sobre el rendimiento productivo (consumo de alimento, peso vivo, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa) y su viabilidad económica en la región de Ayacucho.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se llevó a cabo en un galpón de crianza de cuyes ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Perú, a una altitud de 2750 m.s.n.m. La infraestructura utilizada contó con unas dimensiones de 5 × 4 m, contaba con paredes de material noble, falso piso, ventanas con marcos de madera y mallas metálicas, y techo de teja andina y calamina sobre vigas de eucalipto, proporcionando condiciones adecuadas para la investigación. Se construyeron 12 pozas de 0.5 × 0.5 m, con estructura de madera de eucalipto y malla metálica de 2", cada una equipada con comedero y bebedero de arcilla revestidos en acrílico.

El alimento balanceado fue formulado con el software MIXIT-2 Plus para no rumiantes, incorporando HSPT cocinada y enjuagada en niveles de 10%, 15% y 20%, cubriendo los requerimientos nutricionales para la etapa de engorde. La mezcla se realizó manualmente,

asegurando homogeneidad. Además, se suministró forraje verde hidropónico (FVH) equivalente al 10% del peso vivo de los animales, como fuente de vitamina C. La producción del FVH siguió la metodología de Robles (2018), con adaptaciones. Las semillas de cebada fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2%, remojadas por 12 horas, y cultivadas en bandejas hidropónicas con riego constante. Al quinto día, se trasladaron a una zona iluminada para completar su desarrollo. Antes de su suministro, se orearon por dos horas y se pesaron.

La HSPT fue obtenida de una planta procesadora en la ciudad de Huanta. Se mezcló con agua en proporción 1:4, se cocinó durante 45 minutos desde el punto de ebullición, y se removió constantemente. Tras enfriar por 2 horas, se realizaron tres enjuagues sucesivos. La mezcla fue prensada en costalillos de tela durante 12 horas y luego secada al sol sobre una manta plástica. Finalmente, se molió hasta obtener una harina homogénea.

Los tratamientos fueron: T1 (sin HSPT cocinada y enjuagada), T2 (10% HSPT cocinada y enjuagada), T3 (15% HSPT cocinada y enjuagada) y T4 (20% HSPT cocinada y enjuagada), todos con FVH diario. Los parámetros evaluados incluyeron peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, los cuales fueron evaluados semanalmente; el análisis nutricional fue realizado mediante método AOC en el laboratorio del PIPG-UNSCH, mérito económico, y mortalidad.

El diseño estadístico fue completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

**Tabla 1**

*Fórmulas de alimento balanceado para cada tratamiento*

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Subproducto de trigo	35.10	35.10	35.10	35.10
Cebada en grano	21.05	21.05	21.05	21.00
Maíz amarillo	20.06	20.06	20.06	20.00
T. soya	19.80	9.80	4.80	0.00
Pasta de algodón	3.00	3.00	3.00	3.00
HSPT cocinada y enjuagada	0.00	10.00	15.00	20.00

Carbonato de calcio	0.47	0.47	0.47	0.47
Fosfato dicálcico	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.11	0.11	0.11	0.11
Premezcla V-M	0.09	0.09	0.09	0.09
Zinc Bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	100	100	100	100

La tabla 1 muestra las formulaciones de los alimentos para cada tratamiento en porcentaje, con lo cual se preparó el alimento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ANÁLISIS QUÍMICO NUTRICIONAL DEL ALIMENTO

**Tabla 2**

*Resultados de los análisis químicos del alimento, HSPT y FVH*

Nutriente	HSPT	FVH %	T1	T2	T3	T4
Humedad	10.65	13.74	9.2	9.5	8.2	8.5
Materia seca	89.35	86.26	90.8	90.5	91.8	91.5
Proteína	37.25	15.64	18.8	18.9	18.6	18.3
Extracto etéreo	10.27	3.1	2.75	2.41	2.5	2.72
Fibra	3.52	17.25	7.4	7.12	7.45	7.45
Ceniza	7.65	4.25	4.6	4.54	4.68	4.78
ELN	30.66	45.26	57.48	56.25	58.57	58.18

Datos obtenidos en el laboratorio de nutrición animal del PIPG de la UNSCH

La Tabla 2 muestra el análisis químico realizado en el laboratorio de Nutrición Animal del PIPG-UNSCH evidenció que la harina de subproducto de tara (HSPT) cocinada y enjuagada posee un alto contenido de proteína bruta (37.25%), lo que la convierte en una alternativa nutricional relevante para la formulación de dietas en sistemas de producción animal (De la Cruz, 2004). Además, presenta un nivel moderado de extracto etéreo (10.27%) como fuente energética, bajo contenido de fibra cruda (3.52%) que favorece su digestibilidad, y un extracto libre de nitrógeno (ELN) de 30.66%, reflejando una proporción significativa de carbohidratos no fibrosos. Aunque su contenido proteico es inferior al de otras fuentes como la torta de sacha inchi (Taípe et al., 2022) y la torta de soya (Cardona et al., 2003), su baja fibra y disponibilidad local la hacen viable para

sistemas productivos regionales. En comparación con la harina de pescado, la HSPT también ofrece ventajas organolépticas en especies como el cuy (Mattos et al., 2003).

El forraje verde hidropónico (FVH) analizado presentó 13.74% de humedad y 86.26% de materia seca, con un contenido proteico de 15.64%, moderado pero insuficiente como única fuente de nitrógeno. Su fibra cruda fue de 17.25%, ceniza 4.25%, extracto etéreo 3.10% y ELN 45.26%, lo que lo posiciona como un componente energético útil en sistemas intensivos. Estos valores son similares a los reportados por Robles (2018), aunque con ligeras variaciones atribuibles a diferencias en semilla, cultivo y procesamiento.

Los alimentos balanceados formulados para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 mostraron perfiles nutricionales dentro de los rangos establecidos por Cardona et al. (2020), confirmando la viabilidad técnica de las dietas evaluadas.

### 3.2. RENDIMIENTO PRODUCTIVO

**Tabla 3**

*Resultados de los parámetros productivos evaluados por tratamiento*

Indicador	T1 (0% HSPT)	T2 (10% HSPT)	T3 (15% HSPT)
Consumo total alimento (g MS)	2525.77 a	1967.57 b	1348.23 c
Peso vivo final (g)	950.67 a	750.34 b	614.01 c
Ganancia de peso (g)	582.33 a	395.00 b	249.90 c
ICA (Índice conversión)	4.3667 b	5.00 ab	5.4333 a
Rendimiento de carcasa (%)	71.15 a	69.21 a	67.72 a
Costo alimento + FVH (S/.)	3.32	2.43	1.55
Peso vivo comercial (kg)	0.95	0.75	0.61
Retribución económica (S/.)	20	20	18
Ganancia neta (S/.)	16.68	17.57	16.45
Retribución porcentual (%)	0	5.34	-1.37

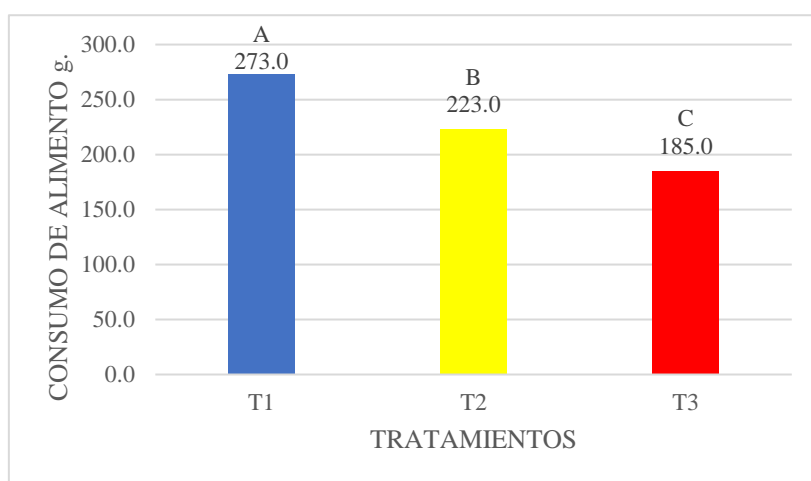
En la tabla 3 se muestra el resultado del rendimiento productivo de todos los parámetros evaluados.

Los tratamientos evaluados incluyeron diferentes niveles de inclusión de harina de subproducto de tara (HSPT) cocinada y enjuagada: T1 (0%), T2 (10%), T3 (15%) y T4 (20%). El tratamiento T4 fue suspendido tras la segunda semana debido a la mortalidad total de los animales, atribuida a intoxicaciones por compuestos antinutricionales descritos por Chittiboyina et al. (2023).

### 3.2.1. CONSUMO DE ALIMENTO

#### *Figura 1*

*Efecto del tratamiento sobre el consumo de alimento*



El consumo de alimento se registró semanalmente durante siete semanas, considerando la materia seca (M.S.) del alimento balanceado y del forraje verde hidropónico (FVH). Se evaluaron cuatro tratamientos con inclusión creciente de harina de subproducto de tara (HSPT) cocinada y enjuagada, sin embargo, el tratamiento 4 fue suspendido debido a que los animales no sobrevivieron, por lo que, los valores de consumo de los tratamientos restantes se presentan en la Tabla 3.

Los resultados mostraron una disminución progresiva en el consumo acumulado de alimento conforme aumentó la inclusión de HSPT: T1 (2525.76 g), T2 (1967.56 g) y T3 (1348.25 g). Este patrón coincide con lo reportado por Enríquez (2019), quien también observó una reducción del consumo al incluir 10% de HSPT cocinada. Sin embargo, difiere de lo señalado por Mieses (2017), quien reportó un mayor consumo con 10% de HSPT cocida, lo que sugiere que los tratamientos térmicos y de enjuague aplicados pueden influir en la palatabilidad y digestibilidad del alimento.

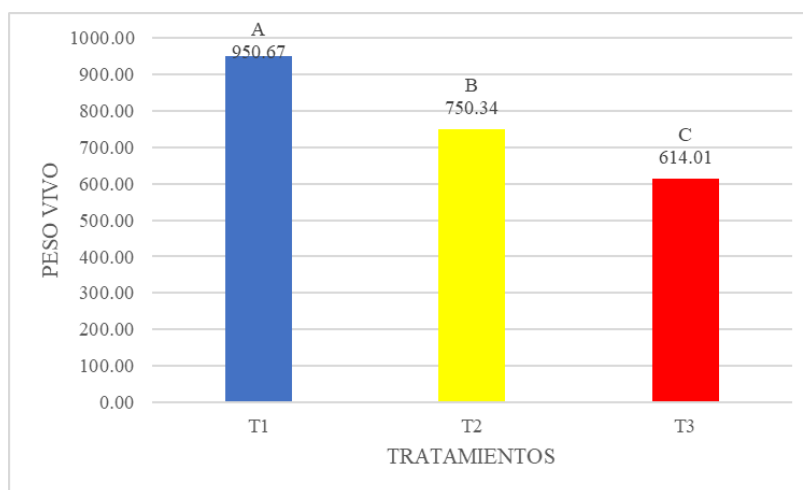
El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en el consumo de alimento entre los tratamientos, siendo T1 el de mayor consumo (2525.77 g), seguido por T2 y finalmente T3, con el menor valor. Estos resultados confirman que la inclusión creciente de harina de subproducto de tara (HSPT) redujo significativamente el consumo de alimento en cuyes de engorde.

Estos hallazgos coinciden con estudios previos sobre HSPT cruda y cocida (Mamani, 2016; Torres, 2007; Quispe, 2006; Enríquez, 2019), que también reportan una reducción del consumo con mayores niveles de inclusión, posiblemente debido a la presencia de compuestos antinutricionales (Chittiboyina et al., 2023). Este efecto podría estar relacionado con la variabilidad en la composición mineral de la HSPT según su origen (Fierro et al., 2024), así como con la eficacia limitada de los tratamientos térmicos y de enjuague para eliminar compuestos antinutricionales (Quintana, 2009; Agume et al., 2017; Devi et al., 2018).

### 3.2.2. PESO VIVO

**Figura 2**

*Efecto del tratamiento sobre el peso vivo*



La determinación del peso vivo (g) se realizó semanalmente, al concluir cada séptimo día de evaluación, mediante el pesaje matutino de todos los animales por tratamiento, cuyos valores se encuentran en la tabla 3.

Al finalizar la séptima semana, los pesos vivos promedio fueron: T1 (950.67 g), T2 (750.34 g) y T3 (614.01 g), evidenciando una disminución progresiva conforme aumentó la inclusión de HSPT.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas en el peso vivo final de los cuyes de engorde entre los tratamientos evaluados, con T1 alcanzando el mayor promedio (950,67 g), seguido por T2 (750,34 g) y finalmente T3 (614,01 g), evidenciando una disminución progresiva conforme aumentaron los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada.

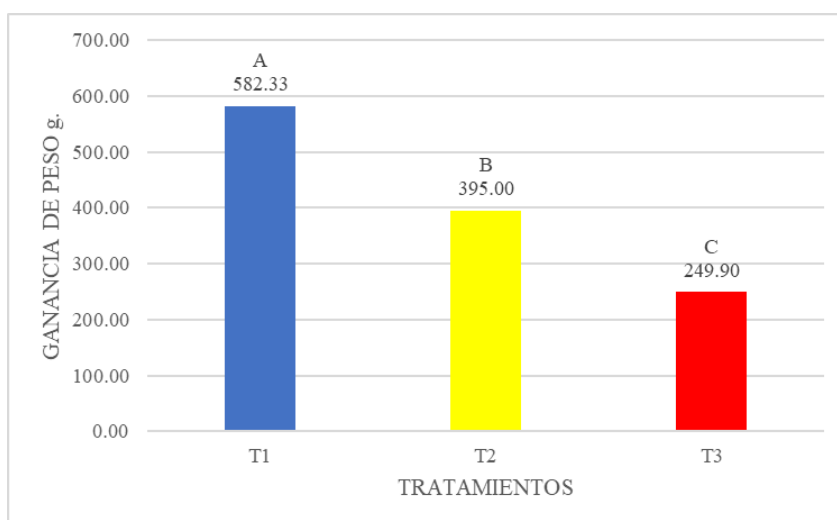
Estos resultados coinciden con lo reportado por Enríquez (2019), quien también observó una reducción del peso vivo con HSPT cocinada, aunque con valores inferiores debido a diferencias en el peso inicial y duración del experimento. Estudios previos con HSPT cruda (Quispe, 2006; Torres, 2007; Mamani, 2016) sugieren límites de inclusión entre 3% y 5% sin afectar significativamente el peso, mientras que Mieses (2017) y Enríquez (2019) reportaron un límite del 10% de HSPT cocinada, siendo importante señalar que Mieses (2017) obtuvo valores mayores en comparación con un testigo para los parámetros productivos.

Estos resultados reflejan el impacto de los tratamientos sobre el crecimiento.

### 3.2.3. GANANCIA DE PESO

**Figura 3**

*Efecto del tratamiento sobre la ganancia de peso*



La ganancia de peso se calculó semanalmente como la diferencia entre el peso vivo inicial y el peso registrado al final de cada semana. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Al finalizar la séptima semana, las ganancias de peso acumuladas fueron: T1 (582.33 g), T2 (395.00 g) y T3 (249.90 g), evidenciando una relación inversa entre el nivel de inclusión de HSPT y la ganancia de peso. Estos resultados coinciden con los reportados por Enríquez (2019), quien obtuvo 596.00 g y 440.17 g para T1 y T2 respectivamente, y contrastan con Mieses (2017), quien observó mayores ganancias con 10% de HSPT cocinada, lo que sugiere que el tratamiento previo a la utilización del subproducto puede influir en los resultados.

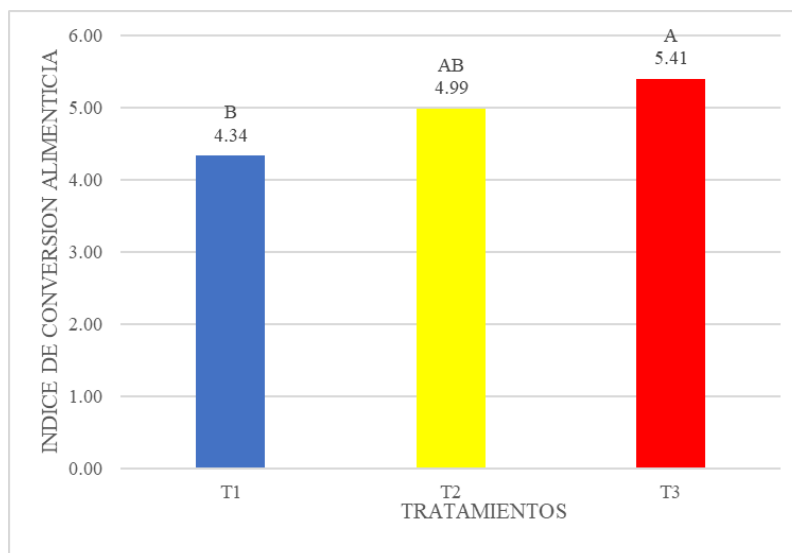
El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en la ganancia de peso de los cuyes de engorde entre los tratamientos evaluados, con T1 alcanzando el mayor promedio (582,33 g), seguido por T2 (395,00 g) y finalmente T3 (249,90 g), lo que demuestra una reducción progresiva conforme aumentan los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada. Estos resultados confirman que la incorporación de este subproducto afecta negativamente la ganancia de peso, en concordancia con lo reportado por Mamani (2016) en HSPT cruda y Enríquez (2019) en HSPT cocinada, quienes también observaron que mayores niveles de inclusión generan efectos adversos en el desempeño productivo. Así, se refuerza que las inclusiones más elevadas producen las mayores mermas en la obtención de resultados.

Estudios previos con HSPT cruda también han reportado efectos adversos a niveles superiores al 5% (Quispe, 2006; Torres, 2007; Mamani, 2016). En el presente estudio, aunque el tratamiento T3 (15%) no generó resultados favorables, su implementación sin mortalidad sugiere que el tratamiento de enjuague posterior a la cocción podría haber reducido parcialmente los compuestos antinutricionales, en contraste con estudios la adición del enjuague como tratamiento posterior a la cocción se obtuvo un uso en mayores proporciones a los estudios previos Devi et al. (2018) y Agume et al. (2017).

### 3.2.4. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ICA)

**Figura 4**

*Efecto del tratamiento sobre el índice de conversión alimenticia*



Los valores del ICA se encuentran en la tabla 3, donde, el tratamiento T1 presentó los valores más bajos (4.34 en la semana 7), indicando una mayor eficiencia alimenticia. En contraste, T2 y T3 alcanzaron valores finales de 4.99 y 5.41 respectivamente, reflejando una menor eficiencia conforme aumentó la inclusión de HSPT.

El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia (ICA) de los cuyes de engorde, con T1 mostrando la mayor eficiencia (4.37), seguido por T2 (4.99) y finalmente T3 (5.41), lo que refleja una reducción progresiva en la eficiencia conforme aumentaron los niveles de inclusión de HSPT cocinada y enjuagada. Se observó que T1 difirió significativamente de T3, mientras que T2 ocupó una posición intermedia sin diferencias estadísticas con los otros tratamientos, lo que sugiere que una inclusión del 10 % de HSPT puede mantener una eficiencia comparable al grupo testigo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Mamani (2016) y Torres (2007), quienes también señalaron incrementos en los valores del ICA a medida que aumentaba la inclusión de HSPT cruda, reforzando que niveles elevados de este subproducto afectan negativamente la eficiencia alimenticia

Estos hallazgos coinciden con estudios previos que reportan un aumento del ICA con mayores niveles de inclusión de HSPT cruda (Mamani, 2016; Torres, 2007). Mamani

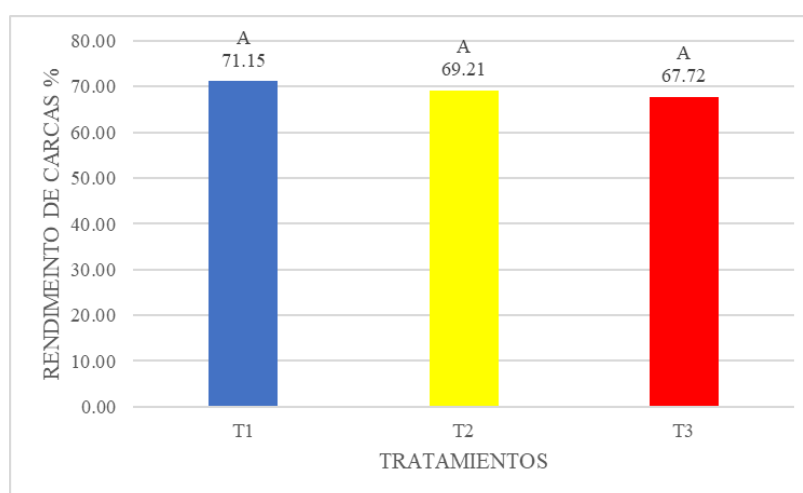
(2016) reportó ICA de 3.66 a 4.57 para inclusiones entre 0% y 6%, mientras que Torres (2007) observó un ICA de 4.58 con 5% de inclusión. Comparativamente, el tratamiento T1 de este estudio mostró una eficiencia superior (ICA final de 4.34) respecto al testigo de Enríquez (2019), quien reportó 4.45, y al de Mieses (2017), con 4.58. Además, Mieses (2017) observó una mejora con 10% de inclusión (ICA de 4.02), lo que sugiere que las condiciones experimentales y el tratamiento del subproducto influyen en los resultados.

En conjunto, los datos sugieren que el tratamiento T1 fue el más eficiente en términos de conversión alimenticia, posiblemente debido a que su formulación no incorporó los compuestos antinutricionales descritos por Chittiboyina et al. (2023). No obstante, el tratamiento T2 también mostró resultados favorables, al alcanzar un ICA intermedio que no difiere estadísticamente de T1, lo que indica una eficiencia alimenticia comparable. Este comportamiento sugiere que el nivel de inclusión del 10% de HSPT cocinada y enjuagada podría representar un punto de equilibrio entre el aprovechamiento nutricional del subproducto y la mitigación de sus factores antinutricionales, ofreciendo una alternativa viable y productivamente eficiente dentro del sistema de alimentación evaluado.

### 3.2.5. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CARCASA

**Figura 5**

*Efecto del tratamiento sobre el rendimiento de carcasa*



Los valores del rendimiento de carcasa se encuentran en la tabla 3; este parámetro se determinó como el porcentaje del peso vivo final correspondiente a las partes

aprovechables del animal tras el sacrificio y faenado, excluyendo pelo, sangre y vísceras, pero conservando riñones, hígado, corazón y pulmones.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Enríquez (2019), quien observó rendimientos de 72.3% y 70.7% para su grupo testigo y tratamiento con 10% de HSPT cocinada, respectivamente. En contraste, Mieses (2017) reportó valores de 71% y 73% para el testigo y el tratamiento con 10% de inclusión de HSPT cocinada, lo que sugiere que las diferencias pueden deberse a factores experimentales como el manejo, la línea genética y la ubicación del estudio.

El análisis estadístico del rendimiento de carcasa en cuyes de engorde mostró que, aunque el tratamiento T1 alcanzó el mayor promedio (71.15 %), seguido por T2 (69.21 %) y T3 (67.72 %), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada no afecta de manera directa este parámetro productivo. Todos los grupos presentaron la misma categoría estadística, evidenciando que, pese a la presencia de compuestos antinutricionales descritos por Chittiboyina et al. (2023), los nutrientes de la HSPT no alteran de forma significativa la eficiencia cárnica, manteniendo valores estadísticamente equivalentes entre los tratamientos evaluados.

En conjunto, los resultados indican que, pese a la presencia de compuestos antinutricionales en la HSPT (Chittiboyina et al., 2023), su inclusión en niveles de hasta 15% no genera un impacto significativo sobre el rendimiento de carcasa, lo que refuerza su viabilidad como ingrediente alternativo en la formulación de raciones para cuyes de engorde.

### **3.2.6. RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO**

La evaluación económica se realizó considerando el costo total del alimento consumido (alimento balanceado y forraje verde hidropónico, FVH) y el peso vivo final de los animales, contrastado con el precio de mercado por kilogramo.

El tratamiento T1 (0% HSPT) registró el mayor costo de alimentación (3.32 S/.) y el mayor peso vivo (0.95 kg), con una retribución económica de 16.68 S/. El tratamiento T2 (10% HSPT) mostró un costo menor (2.43 S/.) y un peso vivo de 0.75 kg, generando una retribución de 17.57 S/. A pesar de la menor ganancia en peso, T2 presentó una

retribución porcentual positiva de 5.34% respecto al testigo, destacando por su eficiencia alimenticia. En contraste, el tratamiento T3 (15% HSPT) tuvo el menor costo (1.55 S/.) y el menor peso vivo (0.61 kg), con una retribución de 16.45 S/. y una retribución porcentual negativa de -1.37%.

Estos resultados sugieren que, aunque la inclusión de HSPT cocinada y enjuagada reduce los costos de alimentación, también afecta negativamente el peso final y el valor comercial del animal. El tratamiento T2 representa un punto de equilibrio favorable entre costo y rendimiento económico, mientras que T1, aunque más productivo, no alcanza la eficiencia económica de T2

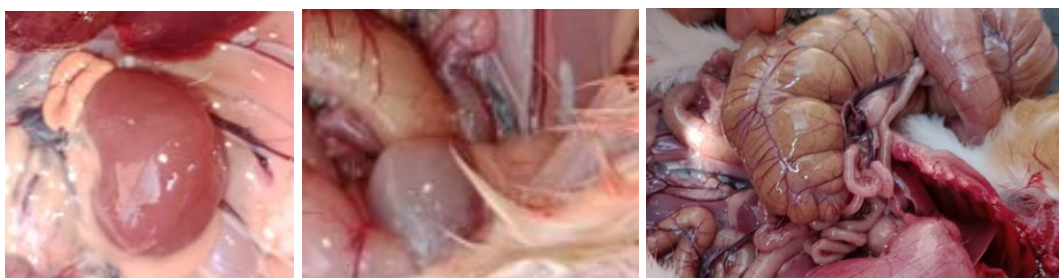
### **3.2.7. MORTALIDAD**

Durante la fase experimental, no se registraron muertes en los tratamientos T1, T2 y T3. Sin embargo, en el tratamiento T4 (20% HSPT cocinada y enjuagada), se observó una disminución del consumo desde la segunda semana, seguida de letargo, decaimiento y muertes súbitas. El examen postmortem reveló lesiones hemorrágicas en el tracto intestinal, riñones con manchas rojizas y orina con presencia de sangre, hallazgos similares a los descritos por Torres (2007).

Estos signos difieren de los reportados por Enríquez (2019) y Mieses (2017), quienes observaron hinchazón intestinal, hígado sanguinolento y presencia de gases. Los hallazgos del presente estudio podrían estar relacionados con la baikiaína, un compuesto antinutricional presente en la HSPT, que según Chittiboyina et al. (2023), puede inducir daño renal y hepático. La aparición de signos más severos en este estudio podría indicar la presencia de otros compuestos tóxicos o una mayor concentración del antinutriente, a pesar del tratamiento térmico y de enjuague aplicado.

#### ***Figura 6,7 y 8***

*Órganos de los ejemplares del tratamiento 4 al morir*



#### 4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que el efecto de la harina de subproducto de tara (HSPT) sobre los parámetros productivos no dependió únicamente del nivel de inclusión, sino también del tipo de procesamiento previo al que fue sometida. Entre los tratamientos evaluados, la cocción y el enjuagado permitieron su utilización en cantidades mayores.

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los parámetros evaluados, siendo T2 el que comparativamente fue mejor dentro de los tratamientos que contaban con diferentes niveles de inclusión de HDSPT cocinada y enjuagada, pero con un resultado menor al testigo.

La retribución económica del alimento mejoró en un 5.34% con la inclusión del 10% de HSPT cocinada y enjuagada, además de mejorar los costos del alimento con lo cual es posible abaratar los costos de producción.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agume, A., Njintang, N., & Mbofung, C. (2017). Effect of Soaking and Roasting on the Physicochemical and Pasting Properties of Soybean Flour. *Foods*, 6(12), 1-10. <https://doi.org/10.3390/foods6020012>
- Cardona, M. G., Sorza, J. D., Posada, S. L., Carmona, J., Ayala, S. A., & Alvarez, O. (2003). Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 240-246. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.323805>
- Chittiboyina, A. G., Ali, Z., Avula, B., Khan, S. I., Mir, T. M., Zhang, J., Aydoğan, F., Zulfqar, F., Techen, N., Parveen, I., Pandey, P., Adams, S. J., Wang, Y., Zhao, J., Marshall, G. D., Pugh, N. D., & Khan, I. A. (2023). Is Baikia in Tara Flour a Causative Agent for the Adverse Events Associated with the Recalled Frozen French Lentil & Leek Crumbles Food Product? - A Working Hypothesis. *Chemical Research In Toxicology*, 36(6), 818-821. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.3c00100>

- De la Cruz, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 7(14), 64-73. <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/733>
- Devi, R., Chaudhary, C., Jain, V., Saxena, A., & Chawla, S. (2018). Effect of soaking on anti-nutritional factors in the sun-dried seeds of hybrid *pigeon pea* to enhance their nutrients bioavailability. Journal Of Pharmacognosy And Phytochemistry, 7(2), 675-680. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue2/PartJ/7-2-11-431.pdf>
- ECOBONA. (2008). LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN PERÚ, BOLIVIA y ECUADOR: Análisis de la cadena productiva en la región. Programa ECOBONA. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tara-peru-bolivia-ecuador-analisis-cadena-productiva-region?form=MG0AV3>
- Enriquez, H. M. (2019). Niveles de harina subproducto de tara (*Caesalpinia spinosa*) cocinada para ración de cuyes de engorde en el rendimiento productivo Ayacucho – 2019 [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Fierro, O., Siano, F., Bianco, M., Vasca, E., & Picariello, G. (2024). Comprehensive molecular level characterization of protein- and polyphenol-rich tara (*Caesalpinia spinosa*) seed germ flour suggests novel hypothesis about possible accidental hazards. Food Research International, 181, 114119. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114119>
- Mamani, J. (2016). “Efecto de la inclusión en diferentes niveles de subproducto de semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*) Sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento, en la irrigación de Majes, provincia de Caylloma, región Arequipa, 2016” [Tesis, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d206ae1b-fbab-44c5-bea9-8179b56e7e1f/content>
- Mattos, J., Chauca, L., San Martín, F., Carcelén, F., & Arbaiza, T. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 14(2), 89-96. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172003000200001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172003000200001)

- Mieses, L. (2017). Efecto de cocción y tostado de la harina de subproducto de tara (*caesalpineae spinosa*) en raciones de cuyes de engorde, 2694 msnm. Ayacucho [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Quintana, R. M. (2009). inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos térmicos. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8038247c-3383-4367-8358-bb3d77fd742a/content?form=MG0AV3>
- Quispe, W. (2006). Niveles de harina de fécula de tara (*Caesalpineae spinosa*) en alimentación de cuyes mejorados. Ayacucho 2750 m.s.n.m [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.
- Reyes, F. D., Aguiar, S. N., Enríquez, M. A., & Uvidia, H. A. (2021). Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. Dominio de las Ciencias, 7(6), 1004-1018. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>
- Robles, G. (2018). Reemplazo de la alfalfa en verde por forraje hidropónico de cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento a 2750 m.s.n.m. - INIA Ayacucho [Tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f0997012-0c2c-4517-8b2d-52b114ea10ae/content>
- Taipe, R., Fernández, M., Villanueva, M. E., & Gomez, C. (2022). Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(2), e2355. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2355](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2355)
- Torres, J. (2007). Evaluación de 4 niveles de subproducto de tara en el engorde de cuyes [Tesis]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA.