



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DE PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA**  
**(*Chenopodium quinoa* Willd.) COMO FUENTE DE FIBRA Y**  
**PROTEÍNA EN LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE CUYES (*Cavia***  
***porcellus*).**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. GUSTAVO OLGER NINA PACHACUTEC**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERÚ**

**2023**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA (*Chenopodium quinua* Willd) COMO FUENTE DE FIBRA Y PROTEÍNA EN LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*)**

AUTOR

**Gustavo Olger Nina Pachacutec**

RECuento DE PALABRAS

**17878 Words**

RECuento DE CARACTERES

**93199 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**101 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 17, 2023 5:26 AM CST**

FECHA DEL INFORME

**Nov 17, 2023 5:27 AM CST**

### ● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 17% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



M. Sc. Juan Quispe Ccama  
INGENIERO AGRÓNOMO  
CIP: 1021152



Dr. ALICIA HAGALY LEON TACCA  
Sub Director de la unidad de investigación - EPIA



## DEDICATORIA

*A mi Sr Jesucristo, por darme el  
privilegio de ser su escogido, quien  
me salvo con su bendita gracia y amor.*

*A mis padres Domingo Santos y  
Alejandrina Andrea, por educarme  
primeramente, en el Señor y también  
por el apoyo Espiritual y vocacional para  
lograr un oficio en esta vida.*

**Gustavo Olger Nina Pachacutec**



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, a mi Sr Jesucristo por darme la vida, y el honor de ser parte de la novia de Cristo, por enviar a su profeta William Marrion Branham, para guiar a su iglesia a las bodas del Cordero.*

*A mis padres Domingo Santos y Alejandrina Andrea por inculcarme primeramente la fe en el señor, la educación y el amor en cristo Jesús. A mi hno. Alejandro Santos por alentarme y apoyarme.*

*A mi asesor Ing. Juan Quispe Ccama por su guianza, las correcciones acertadas y la inclusión de nuevos conocimientos para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos.*

*A los miembros del Jurado M.Sc. Pablo Pari Huarcaya, Ph.D. Genny Isabel Luna Mercado Y M.Sc. Saire Roenfi Guerra Lima quienes me brindaron su correcto juicio en cada etapa del proyecto.*

**Gustavo Olger Nina Pachacutec**



# ÍNDICE GENERAL

	pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPITULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. LA QUINUA .....</b>	<b>17</b>
2.1.1. Taxonomía de la quinua .....	17
2.1.2. Subproducto de la quinua.....	18
2.1.2.1. Subproducto .....	18
2.1.2.2. Subproductos de la quinua .....	18
2.1.2.3. Broza .....	18
2.1.2.4. Jipi.....	19
2.1.3. Valor bromatológico de los subproductos de la quinua .....	19
<b>2.2. PELLETS.....</b>	<b>20</b>



2.2.1.	Otros tipos de alimentos balanceados. ....	20
2.2.1.1.	-Extruidos .....	20
2.2.2.	Diferencia fisicoquímica de pellets con respecto a otros tipos de alimentos balanceados .....	21
2.2.3.	Formulación de un alimento balanceado.....	21
<b>2.3.</b>	<b>CUY .....</b>	<b>22</b>
2.3.1.	Definición.....	22
2.3.2.	Taxonomía del cuy .....	22
2.3.3.	Clasificación de cuyes según el color de pelaje .....	23
2.3.3.1.	Línea mi Perú .....	23
2.3.3.2.	Línea inti .....	23
2.3.3.3.	Línea andina .....	23
2.3.4.	Alimentación del cuy .....	24
2.3.5.	Requerimientos nutricionales del cuy .....	24
2.3.5.1.	Energía .....	25
2.3.5.2.	Proteína .....	25
2.3.5.3.	Fibra .....	26
2.3.5.4.	Agua .....	26
2.3.5.5.	Minerales.....	27
2.3.5.6.	Vitamina C .....	27
<b>2.4.</b>	<b>INDICADORES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN ADECUADA.....</b>	<b>28</b>
2.4.1.	Conversión alimenticia.....	28
2.4.2.	Ganancia de peso vivo .....	28
2.4.3.	Consumo de alimento.....	28



<b>2.5. DIGESTIBILIDAD</b> .....	<b>29</b>
2.5.1. Digestibilidad in vivo .....	29
2.5.2. Digestibilidad aparente.....	30
2.5.3. Coeficiente de digestibilidad aparente .....	30
<b>2.6. FIBRA</b> .....	<b>31</b>
<b>2.7. PROTEÍNA</b> .....	<b>31</b>

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2. MATERIALES</b> .....	<b>32</b>
3.2.1. Materia prima e insumos .....	32
3.2.2. Animales de experimentación .....	34
3.2.3. Maquinarias y equipos .....	34
<b>3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b> .....	<b>35</b>
3.3.1. Elaboración del alimento balanceado.....	35
3.3.2. Descripción del proceso .....	36
<b>3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS</b> .....	<b>38</b>
3.4.1. Variables de estudio .....	38
3.4.1.1. Para primer objetivo:.....	38
3.4.1.2. Para el segundo objetivo .....	39
3.4.1.3. Para el tercer objetivo: .....	39
3.4.2. Determinación de la formulación adecuada de pellets.....	40
3.4.2.1. Formulación de tratamiento de pellets. ....	40
3.4.3. Evaluación de consumo de alimento.....	43
3.4.4. Evaluación de ganancia de peso vivo.....	43



3.4.5. Evaluación de conversión alimenticia.....	44
3.4.6. Determinación de porcentaje de fibra cruda en <b>PELLETS</b> . ....	45
3.4.7. Determinación de porcentaje de proteína en pellets. ....	46
3.4.8. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente .....	49
3.4.9. Evaluación estadística .....	50
3.4.9.1.-Modelo matemático .....	50

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. DETERMINACIÓN DE FORMULACIÓN ADECUADA DE LOS PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA.....</b>	<b>52</b>
4.1.1. Consumo de alimento.....	52
4.1.2. Ganancia de peso.....	54
4.1.2.1. Peso inicial .....	55
4.1.2.2. Peso final.....	56
4.1.2.3. Determinación de ganancia de peso.....	57
4.1.3. Conversión alimenticia.....	60
4.1.4. Formulación adecuada de los pellets de subproductos de quinua. ....	62
<b>4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE FIBRA Y PROTEÍNA EN PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA.....</b>	<b>65</b>
4.2.1. Determinación del porcentaje de fibra cruda. ....	65
4.2.2. Determinación del porcentaje de proteína.....	67
<b>4.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE IN VIVO EN CUYES .....</b>	<b>70</b>
4.3.1. Coeficiente de digestibilidad aparente. ....	70
4.3.2. Comportamiento de % de fibra en la digestibilidad.....	73



<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

**Área:** Ingeniería y tecnología

**Tema:** Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 22 de noviembre del 2023



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Análisis proximal de Jipi y broza de la quinua. ....	19
<b>Tabla 2</b> Diferencia entre alimentos balanceados según su clasificación y preparación. .....	21
<b>Tabla 3</b> Requerimientos nutricionales del cuy. ....	24
<b>Tabla 4</b> Formulación de pellets con subproductos de quinua. ....	42
<b>Tabla 5</b> Consumo de alimento en g/día. ....	52
<b>Tabla 6</b> Prueba de rango múltiple Tukey de consumo de alimento. ....	54
<b>Tabla 7</b> Peso final de cuyes(g). ....	55
<b>Tabla 8</b> Peso final de cuyes(g). ....	56
<b>Tabla 9</b> Ganancia de peso vivo en g /28 días. ....	57
<b>Tabla 10</b> Prueba de rango múltiple Tukey de ganancia de peso vivo. ....	58
<b>Tabla 11</b> Conversión alimenticia en g/unidad de pellets con subproductos de quinua. .....	60
<b>Tabla 12</b> Prueba de rango múltiple Tukey de conversión Alimenticia. ....	61
<b>Tabla 13</b> Indicadores de la formulación adecuada. ....	63
<b>Tabla 14</b> Prueba de rango múltiple Tukey de % de Fibra. ....	66
<b>Tabla 15</b> Prueba de rango múltiple Tukey de % de Proteína. ....	68
<b>Tabla 16</b> Prueba de rango múltiple Tukey de coeficiente de digestibilidad aparente. ....	71



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Descripción taxonómica de la quinua.....	17
<b>Figura 2</b> Clasificación taxonómica del cuy.....	22
<b>Figura 3</b> Diagrama de flujo para la obtención de pellets con subproductos de quinua .....	35
<b>Figura 4</b> Ganancia de peso vivo durante 28 días. ....	60
<b>Figura 5</b> Indicadores para la determinación de la formulación adecuada.....	64
<b>Figura 6</b> Porcentaje de fibra en pellets de subproductos de la quinua.....	65
<b>Figura 7</b> Porcentaje de proteína en pellets con subproductos de la quinua. ....	67
<b>Figura 8</b> Determinación de coeficiente aparente de digestibilidad.....	70
<b>Figura 9</b> Regresión simple de % digestibilidad vs % de fibra.....	73



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANP:	Alimento no aprovechado
CA:	Consumo de alimento
CV:	Coefficiente de variabilidad
CAL:	Conversión alimenticia
CDA:	Coefficiente de digestibilidad aparente
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FC:	Fibra cruda
FVH:	Forraje verde hidropónico
EF:	Excreción fecal
GPV:	Ganancia de peso vivo
LENA:	Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos
MS:	Materia seca
NCR:	Nacional Research Council.
NE:	Nitrógeno endógeno
PI:	Peso inicial
PF:	Peso final
PC:	Proteína cruda
SQ:	Subproducto de quinua
TCO:	Consumo total de alimento
T:	Tratamiento
% NT:	Porcentaje de nutriente en el tratamiento
% NC:	Porcentaje contenido
% NF:	Porcentaje del nutriente formulado



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el bioterio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno, que tuvo por objetivo evaluar los pellets de subproductos de quinua, como fuente de fibra y proteína en la digestibilidad in vivo de cuyes. El experimento se distribuyó en 4 tratamientos; pellets con 39.5% de adición de subproducto de quinua (T-1), pellets con 20% de adición de subproducto de quinua (T-2), pellets con 10% de adición de subproducto de quinua (T-3) y una muestra testigo (T-4), utilizando 12 cuyes machos jóvenes de 280-300 g. La digestibilidad in vivo se determinó por el método convencional, el porcentaje de proteína mediante el método Kjeldahl y el porcentaje de fibra por el método gravimétrico. Se empleó un diseño completamente al azar de un solo factor con 4 tratamientos (tres dietas experimentales y una testigo) y 3 réplicas, sometiendo las medias a la prueba de comparación Tukey. Los resultados mostraron que T-3 formulado con 10 % de subproductos de quinua obtuvo el mejor promedio de consumo de alimento con  $52,0 \pm 2.75$  g, mayor ganancia de peso vivo con  $356.7 \pm 3.21$  g, mejor conversión alimenticia con  $3.80 \pm 0.25$  kg/unidad de animal experimental. Para % fibra, T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua obtuvo el nivel correcto de fibra con  $16.52 \pm 0.02$  %, así mismo en % de proteína, T-3 obtuvo el mayor promedio con  $18 \pm 0.12$  %, generando mayor ganancia muscular y peso vivo en los cuyes. Para coeficiente de digestibilidad, T-3 formulado con 10 % de adición de subproductos de quinua obtuvo la mejor media con  $70.57 \pm 2.31$  %, consiguiendo una buena absorción de nutrientes y logrando un mejor tránsito intestinal. Los pellets con adición al 10% de subproductos de quinua son una buena fuente fibra y proteína influenciando a una mejor digestibilidad en el cuy.

**Palabras clave:** Subproductos de quinua, Pellets, Cuy, Digestibilidad.



## ABSTRACT

The present research work was carried out in the guinea pig biotherium at the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the UNA - Puno. The objective was to evaluate quinoa by-product pellets as a source of fiber and protein in the in vivo digestibility of guinea pigs in the Andean line A-1. The experiment was distributed with 4 treatments; pellets with addition 39.5% of quinoa by-product (T-1), pellets with addition 20% of quinoa by-product (T-2), pellets with addition 10% of quinoa by-product (T-3) and a control sample (T-4), The digestibility in vivo was found by the conventional method, the % protein was calculated using the Kjeldahl method and the % fiber by the gravimetric method, a completely randomized single-factor design was used with 4 treatments (three experimental diets and one control diet) and 3 replications , subjecting the means to Tukey's comparison test. The results showed that T-3 formulated with 10% quinoa by-product obtained the best average feed consumption with  $52.0 \pm 2.75$  g, the highest live weight gain with  $356.7 \pm 3.21$  g, and the best feed conversion with  $3.80 \pm 0.25$  kg. /animal experimentation unit. In the determination of % fiber, T-3 formulated with 10% addition of quinoa byproduct obtained the optimal level of  $16.52 \pm 0.02\%$ . For the determination of % protein, T-3 formulated with 10% addition of quinoa by-products obtained the highest average with  $18 \pm 0.12\%$ , generating greater muscle gain and live weight and for the determination of the apparent digestibility coefficient, T- 3 formulated with 10% addition of quinoa by-products obtained the best average with  $70.57 \pm 2.31\%$ , generating greater absorption of nutrients and good intestinal transit and significantly influenced by the fiber content. It is concluded that pellets with 10% addition of quinoa by-products are a good source of fiber and protein, influencing optimal digestibility of the guinea pig.

**Keywords:** Quinoa, By-product, Pellets, Guinea pig, Digestibility.



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En actualidad en la región de Puno se tiene un déficit en la alimentación balanceada de cuyes, a falta de administración de dietas para la etapa de crecimiento y acabado. La alimentación de los cuyes, cuando sólo se administra forraje, se logran parámetros productivos y reproductivos bajos, debido a que este sistema de alimentación en ocasiones solo permite cubrir las necesidades de mantenimiento y escasamente las exigencias nutritivas para lograr óptimos resultados productivos. (Cruz, 2018).

Los subproductos de la industria alimentaria pueden ser una buena fuente de compuestos bioactivos, por lo que en la actualidad se buscan alternativas que permitan su aprovechamiento. Estas estrategias son esenciales para mejorar los sistemas de alimentación (Preciado y Ruiz, 2022).

La producción de quinua está generando grandes cantidades de residuos lignocelulósicos (broza, jipi y otros), los cuales por su carácter fibroso es potencialmente reaprovecharle; pero se desperdicia en cantidades importantes (Carrasco et al., 2014). Los mayores componentes de la broza son fibra con 42,9 g/100 g de materia seca [MS] y jipi con 35.8 g/100 g (MS) y contenido de proteína con 8 g/100 54 g MS para la broza y jipi con 10.7 g/100 g MS. (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura [FAO], 2010).

La digestibilidad mide el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido el alimento en el aparato digestivo a sustancias útiles para la nutrición (Manríquez, 2014). Es un parámetro útil para medir la calidad de pellets y



lograr una formulación conforme a los requerimientos. Al realizar el pelletizado se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido que mejore la aceptación y aprovechamiento en el animal, siendo un balanceado en estado seco y que se puede almacenar por largos periodos de tiempo sin degradación de los nutrientes. (Correa, 2019).

Debido al déficit de suministro de pellets en la ingesta de cuyes que cumplan con los requerimientos óptimos de fibra, proteína y la falta de reaprovechamiento de los subproductos de quinua, se planteó la evaluación de pellets con subproductos de quinua como fuente de fibra; de suma importancia en la digestibilidad del animal, en el aprovechamiento y absorción de nutrientes, como también una fuente de proteína que influya en la ganancia de masa muscular y peso vivo de cuyes en la etapa de crecimiento. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se planteó lo siguiente:

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar pellets con subproductos de quinua como fuente de fibra y proteína en la digestibilidad in vivo de cuyes

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la formulación adecuada de pellets con subproductos de quinua.
- Determinar el porcentaje de fibra y proteína de pellets con subproductos de quinua.
- Determinar el coeficiente de digestibilidad aparente in vivo en cuyes.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. LA QUINUA

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo que varias culturas andinas domesticaron desde tiempos muy antiguos en la región andina de Sudamérica (Melorose, y otros, 2016). Mejía (2021) afirma lo siguiente:

Es un grano de oro, con un alto valor nutricional, ahora con su gran uso referido en residuos de cosechas (jipi, broza, tallos, perigonios, granos partidos y hojas), como una alternativa viable dentro de los sistemas de producción animal.

##### 2.1.1. Taxonomía de la quinua

La quinua fue descrita por primera vez por Luis Willdenow (Llanos, 2021).

#### Figura 1

*Descripción taxonómica de la quinua.*

Reino: Vegetal
División: Fanerogamas
Clase: Dicotiledóneas
Subclase: Angiospermas
Orden: Centrospermas
Familia: <i>chepodiaceae</i>
Género: <i>Chenopodium</i>
Sección: <i>Chenopodia</i>
Subsección: <i>Cellulata</i>
Especie: <i>Chenopodium quinoa willdenow</i>

Fuente: (Maza, 2020)



## **2.1.2. Subproducto de la quinua**

### **2.1.2.1. Subproducto**

Es una sustancia, que es el resultado de un proceso de producción, el cual no es considerado en la producción como insumo primario, más puede ser reaprovechada como subproducto y no como residuo (Vasques, 2012)

Los subproductos de la industria alimentaria pueden ser una buena fuente de compuestos bioactivos, por lo que en la actualidad se buscan alternativas que permitan su aprovechamiento. Estas estrategias son esenciales para mejorar la eficiencia de los sistemas de alimentación (Preciado y Ruiz, 2022)

### **2.1.2.2. Subproductos de la quinua**

La trilla de la quinua genera subproductos que constituyen un potencial en su utilización como insumos que contribuyen a nivel nutricional en la integración agrícola, ganadera; dando buenas opciones al agricultor para el agregado de estos en procesos de obtención de productos alimenticios. (Mollisaca y Flores, 2021).

### **2.1.2.3. Broza**

El tallo de la quinua, generalmente se estudia agregando también las hojas secas, los tallos secundarios, los pedúnculos y el rastrojo posterior a la trilla, agrupando todos estos objetos se les denomina Broza o “quiri” (quechua) y el forro que cubre al grano de quinua se nombra como “Jipi” (quechua) (Falcon y Riveros, 2011, citado por Mollisaca y Flores , 2021).

#### 2.1.2.4. Jipi

Vega y otros (2010, citado por Ticona 2017) afirman lo siguiente:

El “jipi” está conformado por fragmentos de hojas y restos de inflorescencias (pedicelos, pétalos o perigonio, pedúnculos y pequeñas ramas) obtenidos del venteo natural, en el cual la quinua es elevada a una altura de 2 metros en zonas donde circula más flujo de aire con el principio de la diferencia de masas, como también el venteo artificial.

La broza de la quinua, denominado quiri (quechua) son tallos y hojas, mientras que a los residuos del grano se los denomina jipi, son utilizados en la alimentación del ganado (Falcon y Riveros 2011, citado por Mollisaca y Flores, 2021)

#### 2.1.3. Valor bromatológico de los subproductos de la quinua

El % de Fibra y extracto no nitrogenado componen la mayor parte de la materia seca (MS), el jipi también contiene un gran porcentaje de nutrientes como la proteína, un macronutriente esencial en la administración de balanceados (Ticona, 2017).

**Tabla 1**

*Análisis proximal de Jipi y broza de la quinua.*

NUTRIENTE	BROZA	JIPI
Materia Seca	92,37	90
Proteína, g/100 g MS	7,53	10,7
Grasa, g/100 g MS	1,59	
Fibra, g/100 g MS	42,90	
cenizas, g/100 g MS	11,41	9.9



NUTRIENTE	BROZA	JIPI
Extracto no nitrogenado, g/100 g MS	36,57	

Fuente: (FAO, 2011, citado por Ticona, 2017)

## 2.2. PELLETS

Chachapoyas (2017) afirma lo siguiente:

Es una clase de alimento balanceado, que consiste en el tratamiento por adición de vapor de agua al alimento balanceado en polvo, finamente molida y mezclada mediante un mixer u operación manual, para lograr hidratarlos a temperatura de 70 y 80 °C y formar estructuras cilíndricas gracias a la prensa que comprime los piensos y también la participación de los moldes que por lo general son graduables, las cuales son endurecidas por cocción en la pelletera y el tamaño, diámetro del pellet se ajustan de acuerdo al tipo de alimento que se prepare y para cada animal en específico, como también la edad del animal y requerimientos físico de estos.

### 2.2.1. Otros tipos de alimentos balanceados.

#### 2.2.1.1. Extruidos

Son sustancias, que son sometidos a temperaturas mayores a los 100° C, forman piensos con formas de sección uniforme utilizadas en la industria, este proceso se efectúa mediante extrusoras (Chachapoyas, 2017).

El costo de extruidos es muy alto, los piensos son más utilizados en la actividad pesquera, en animales domésticos o de crianza familiar no es recomendable este tipo de alimento porque deja de ser rentable a pesar de sus beneficios en la digestibilidad. (Chachapoyas, 2017)

### 2.2.2. Diferencia fisicoquímica de pellets con respecto a otros tipos de alimentos balanceados

Los tipos de alimentos balanceados se describen en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Diferencia entre alimentos balanceados según su clasificación y preparación.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	HARINA	PELLETIZADO	EXTRUSIÓN
1	Procesamiento	Seco	Húmedo	Seco o Húmedo
2	Temperatura (c°)	Ambiente	60-80 °c	70-160 °c
3	% Humedad adicional	No	15-17%	Hasta 30 %
4	% Adición de Grasa	No	20%	30%
5	Maquina	Manual	Peletizadora	Extrusores
6	Costos	Bajos	Normales	Costosos
7	Esterilidad	Nula	Buena	Excelente
8	Hundimiento	Hundibles	Hundibles	Flotantes
9	Forma de Producto	Harina	Cilíndrica	Matriz
10	Aglutinante	No	Si	No
11	Digestibilidad	Normal	Buena	Excelente

Fuente: (Salazar, 2010)

### 2.2.3. Formulación de un alimento balanceado

El alimento balanceado se obtiene a través del empleo de cálculos en la ingeniería, que toman en cuenta los requerimientos nutricionales de los animales experimentales principalmente los macronutrientes; proteína, grasa, carbohidratos y minerales; compararlos con los aportes nutricionales de los insumos, teniendo en cuenta los porcentajes del contenido nutricional y plasmándolo en matrices u tablas para la interacción y simulación (Cahuana, 2015).

Ponte (2019) menciona que para la formulación de alimentos balanceados se recurre a los programas de estadística como los son; Infostat, Excel, Mixit, SPSS, al complemento Solver; con ello se consigue las mínimas restricciones y el aporte de cada uno de los insumos, la cual nos permitirá la obtención de un balanceado que cubra los requerimientos de los animales.

## 2.3. CUY

### 2.3.1. Definición

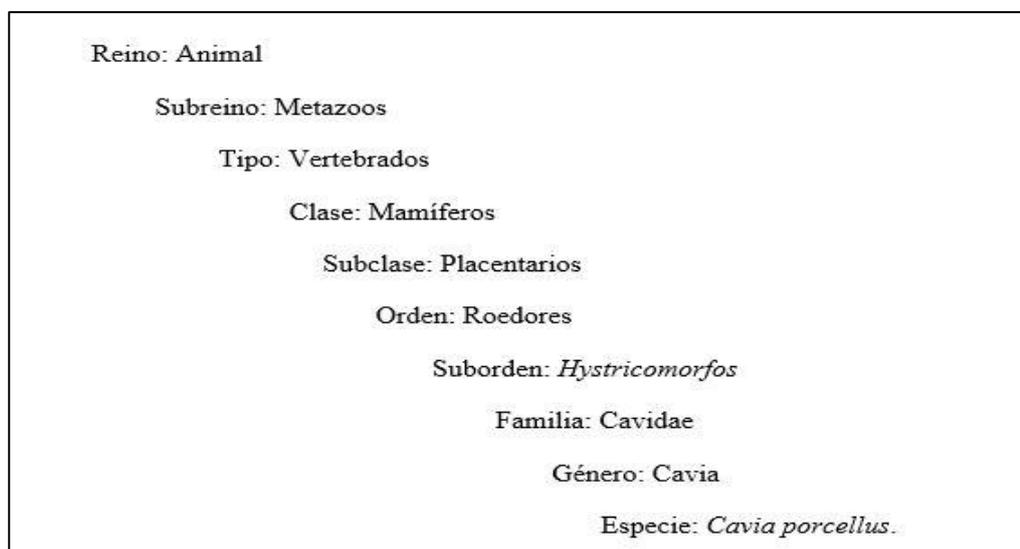
“El cuy es un mamífero roedor y herbívoro monogástrico, originario de los andes de América del Sur que se caracteriza por su gran rusticidad, corto ciclo biológico, buena fertilidad y versatilidad en su alimentación por lo que resulta ventajosa su crianza” (Chauca, 2005, citado por Meza, 2021).

### 2.3.2. Taxonomía del cuy

El cuy, fue clasificado por primera vez por Linneo (1958, citado por Sihuacollo 2013)

## Figura 2

### *Clasificación taxonómica del cuy*





### **2.3.3. Clasificación de cuyes según el color de pelaje**

#### **2.3.3.1. Línea mi Perú**

Cruz (2018) afirma lo siguiente:

Línea seleccionada por poseer un mayor peso a la edad de comercialización, caracterizado por ser precoz en su desarrollo, puesto que se obtienen pesos de 800 g a los 2 meses de edad y tienen conversiones alimenticias de 3.8 al ser administrados en buenas condiciones con alimentos balanceados. Su prolificidad en promedio es de 2,3 crías vivas, el color de su pelaje es blanco con rojo siendo su pelo liso y pegado al cuerpo sin remolinos.

#### **2.3.3.2. Línea inti**

“Línea que es de mayor adaptación a nivel de productores de cuyes, también posee muy buena prolificidad y un desarrollo precoz. Caracterizado por ser un animal de ojos negros en intermedio entre las líneas Perú e Inti, su pelo es de color bayo con blanco liso y pegado al cuerpo, pudiendo presentar remolino en la cabeza” (Chauca,2001,citado por Cruz,2018).

#### **2.3.3.3. Línea andina**

Chauca (2001, citado por Cruz, 2018)

Seleccionada por el tamaño de la camada, independientemente del peso de la misma; se caracteriza por ser prolífica, pudiendo obtener además de 3.2 crías por parto y un mayor número de tiempo por unidad de

tiempo, como consecuencia de su mayor presentación de celo postparto.

El color de su capa es preferentemente blanco, de pelo liso pegado al cuerpo y ojos negros.

#### 2.3.4. Alimentación del cuy

El cuy es un animal herbívoro monogástrico que en sus preferencias alimenticias está el forraje de heno de avena, cebada, también consume malezas y subproductos agrícolas; alimentándose de esta manera para su desarrollo, mantenimiento y reproducción. Si se pretende comercializar y explotar la crianza de cuyes además de estos insumos se deben de optar por forrajes de calidad y una buena administración de alimentos concentrados, con ello proporcionar a los cuyes los requerimientos de la totalidad de nutrientes (Cruz, 2018).

#### 2.3.5. Requerimientos nutricionales del cuy

Según la National Research Council (1995, citado por Vergara ,2008)

**Tabla 3**

*Requerimientos Nutricionales del Cuy.*

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDADES</b>
Energía Digestible, Mcal/kg	
Proteína Total %	18
Fibra Cruda %	15
<b>Aminoácidos</b>	
Lisina	0.84
Metionina	0.36
Metionina + Cistina	0.6
Arginina	1.2
Treonina	0.6



<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDADES</b>
Triptófano	0.18
<b>Minerales%</b>	
Calcio	0.8
Fosforo	0.4
Sodio	0.2
<b>Vitaminas</b>	
Ácido Ascórbico, mg/100g	20

#### **2.3.5.1. Energía**

“La energía es fundamental dentro de la dieta como fuente de combustible para las funciones vitales del cuerpo, que son el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción” (Salinas, 2017).

“Es esencial para que todos procesos vitales se lleven de una forma adecuada y optima, el exceso de energía se almacena dentro de la carcasa del animal específicamente en el tejido adiposo” (Salinas, 2017).

“Las fuentes principales de aporte son los carbohidratos y las grasas que son las que más calorías aportan, los niveles de energía deben oscilar entre los 2800 a 3000 Kcal de energía digestible/kg de ración de alimento” (Salinas, 2017).

#### **2.3.5.2. Proteína**

El cuy digiere la proteína de los alimentos fibrosos con menor eficiencia que la proveniente de alimentos energéticos y proteicos. siendo de mayor digestión, comparado con los rumiantes, debido a su fisiología digestiva al tener primero una digestión enzimática en el estómago y luego



otra microbiana en el ciego y colon (Moreno, 1989 citado por Mamani, 2017).

Los alimentos balanceados con un nivel proteico de 13 a 20% no muestran diferencias en el crecimiento para ello debemos tener en cuenta la actividad cecotrofia, esta actividad permite que el cuy reaproveche las proteínas y células del microbiota del ciego de cuy por segunda vez (Cahuana, 2015).

#### **2.3.5.3. Fibra**

Este componente tiene importancia en la composición de las raciones, no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino porque su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo. (Aliaga y otros, 2009, citado por Mamani, 2019).

La fisiología y anatomía del ciego del cuy tolera una gran ración inerte y voluminosa, permitiendo que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra, gracias a esta acción se produce ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie (Aliaga y otros., 2009, citado por Mamani, 2019).

#### **2.3.5.4. Agua**

El agua es el principal componente del cuerpo por ello es indispensable y todas las células del organismo cuy la requieren, forma parte de la sangre, tejidos, regula de la temperatura corporal, ayuda en el



proceso digestivo del alimento y la producción de leche en hembras, es decir, es inevitable garantizar su suministro en todas sus etapas y dependiendo del alimento suministrado y la época del año (Cardona y otros, 2020).

#### **2.3.5.5. Minerales**

Es un componente importante sobre todo en la etapa de crecimiento, los minerales requeridos como el calcio, fosforo, hierro, magnesio, cloro sodio, potasio, zinc, cobre, yodo, manganeso ayudan en la formación de los huesos, dientes y ayuda en la digestión de las proteínas en el estómago, su déficit ocasionaría rigidez en las articulaciones, retardo en el crecimiento de huesos y dientes y la dificultad para moverse (Cardona y otros, 2020).

#### **2.3.5.6. Vitamina C**

Existen similitudes en los requerimientos nutricionales de conejos y cuyes, sin embargo, no es común usar alimentos comerciales diseñados para conejos para alimentar a los cuyes debido que no son adicionados con vitamina C, por lo que se consideran una dieta escorbutogénica, puesto que los cuyes carecen de L gulonolactona oxidasa, por lo que no pueden sintetizar ácido ascórbico (Yang, 2013 citado por Sánchez y otros, 2019).



## **2.4. INDICADORES PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FORMULACIÓN ADECUADA**

### **2.4.1. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se refiere a la habilidad del animal para transformar los alimentos en peso vivo, relaciona entonces el consumo de alimentos con la ganancia de peso, ello nos permite medir el costo de la alimentación por kg de carne lograda (Condori, 2016). Según Castañón y Rivera (2005) afirman que la conversión alimenticia es el principal y más importante parámetro de evaluación de cualquier ración o dieta ya que esta define con claridad las cantidades de alimento necesario para obtener una unidad de peso vivo.

### **2.4.2. Ganancia de peso vivo**

El ritmo o velocidad de crecimiento del cuy se expresa en ganancia de peso, está relacionada directamente con factor genético y tipo de alimentación. En cuyes mejorados y en buenas condiciones de manejo, alimentación y sanidad, se obtienen pesos de 0.75 a 0.85 kilogramos entre 9 y 10 semanas de edad, la más recomendable para su comercialización (Roque 2015, citado por Jara, 2017).

### **2.4.3. Consumo de alimento**

“El consumo voluntario de un alimento se puede definir como la cantidad del mismo que es consumido por el animal cuando tiene acceso de alimento durante 24 horas; y puede ser expresado como cantidad por día (Kg/día)” (Roque 2015, citado por Jara, 2017). “El consumo es uno de los indicadores de calidad del alimento, digestibilidad y propiedades organolépticas como el olor y sabor de las dietas, estos hacen deseables el consumo de estos alimentos” (Jimenez, 2016).



## 2.5. DIGESTIBILIDAD

“El valor en la parte nutricional no solo se refiere a la composición química que contiene sino los nutrientes o energía que los animales pueden absorber, este marcador define a un alimento potencial lo cual se denomina digestibilidad” (Lammers, y otros, 2009, citado por Mamani, 2017).

La digestibilidad es un parámetro que mide la desaparición de los componentes nutricionales en su tránsito a través de tracto intestinal delgado, en el ciego y grueso, donde se absorbe los nutrientes. Una buena digestibilidad se lleva a cabo cuando existe una buena absorción de macronutrientes, micronutrientes y elementos traza (Lammers, y otros, 2009, citado por Mamani, 2017). Las especies de bacterias encontradas a este nivel son las *Bifidobacterium longum*, *Fibrobacter succinogenes*, y *Faecalibacterium prausnitzii*, que participan en diversos procesos metabólicos, como la digestión y absorción de nutrientes y síntesis de moléculas beneficiosas (Lopez, 2019)

### 2.5.1. Digestibilidad in vivo

Roque (2015) afirma lo siguiente:

Es la medición que comúnmente se realiza a animales vivos, que consiste en cuantificar la desaparición del alimento ofrecido al animal y sus componentes en su tránsito por el tracto intestinal. Se calcula cuantificando la cantidad de alimento consumido y la cantidad de expresión fecal evacuadas por los cuyes después de un período de experimentación previo acostumbamiento al balanceado.

El principio de recuperación en total requiere de un registro con toma de datos continuos de las porciones consumidas y la cantidad de sustancia excretada.



Para tal propósito se han diseñado jaulas de digestibilidad donde se lleva a cabo la actividad metabólica que consiste en la separación de sustancias fecales de la orina y las heces. Donde el animal está de pie sobre una reja de hierro, sobre el cual se evacuan las materias eliminadas por el animal. Los comederos se sitúan en la parte superior, con la finalidad de que ninguna ración de alimento pueda ir a parar con el excremento. En general en los ensayos de digestibilidad se usan preferentemente machos, dado que en ellos es más fácil obtener la orina y las heces por separado (Roque, 2015).

### **2.5.2. Digestibilidad aparente**

Los restos fecales están contenidos de compuestos nutricionales no digeridos, puesto que no han sido absorbidos y son residuos que el cuerpo ha desechado, estos compuestos son sustancias como la mucosa intestinal, enzimas digestivas, microbiota que ayuda a la flora intestinal y otros compuestos secretados por todo el tracto intestinal (Cahuana, 2015).

En la digestibilidad Aparente solo se cuantifica los restos no absorbidos y se realizan las estimaciones de una digestibilidad según la apariencia, mas no se toma en cuenta las pérdidas de energía de origen metabólico, lo que significa que el cuy al realizar anabolismo en la síntesis para la obtención de la glucosa tiene perdidas de origen metabólico, si se cuantificará este valor se obtendría la digestibilidad verdadera (Cahuana, 2015).

### **2.5.3. Coeficiente de digestibilidad aparente**

El coeficiente de digestibilidad aparente [CDA] es una forma de medir indirectamente la absorción de un nutriente, no simplemente estimando el potencial en su composición; sino que, además, deben ser digeribles y



aprovechados por los animales experimentales. A mayor CDA mejor será el aprovechamiento del nutriente de la materia prima por parte del organismo en cuestión (Puerta, y otros, 2017).

## **2.6. FIBRA**

“Una definición muy común es que está compuesta por polímeros de carbohidratos en la pared celular de una planta incluyendo compuestos que no son carbohidratos como la lignina, los cuales no se digieren o son solamente digeridos en el intestino delgado” (Bosse, 2018).

La calidad del forraje es un reflejo directo del contenido de nutrientes esenciales y la disponibilidad para los animales consumidores, generalmente existe una estrecha relación entre el contenido de fibra bruta y el valor nutritivo del pienso. Cuanto mayor sea la fibra bruta, menor será el valor nutricional. Por lo tanto, la fibra es un parámetro importante que debe determinarse en la alimentación (Rafer, 2009).

## **2.7. PROTEÍNA**

Las proteínas son importantes para la formación de músculos, órganos internos y líquidos como la leche y la sangre, su deficiencia ocasiona disminución de la producción de la leche, retraso en el crecimiento, pérdida de peso, problemas reproductivos y bajo peso en el nacimiento. La producción de carne se da por la síntesis de proteínas, los microorganismos de aparato digestivo del cuy sintetizan proteína a partir de aminoácidos. Siendo fundamental una buena ración de alimento balanceado con alto porcentaje de proteínas para el crecimiento y engorde del cuy. (Apaza, 2017).



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El proyecto se ejecutó en el bioterio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano ubicado en la ciudad de Puno, departamento de Puno; latitud sur 15°49'19'' longitud oeste 70°01'11'' y a una altitud de 3838 m s. n. m.

#### 3.2. MATERIALES

##### 3.2.1. Materia prima e insumos

**a) Harina de subproducto de quinua.** – Se utilizó las hojas, los pedúnculos y la cáscara. Producto del golpeo de las panojas de quinua para la obtención de grano, la cual se picó y molió para su uso como insumo del alimento balanceado.

##### b) Otros insumos

- Torta de soya: De procedencia comercial, sin presencias de restos externos, grumos y exentos de olor rancio, se obtuvo de una tienda de expensa veterinaria Agro Andina ubicada en la Av. el Sol, de la ciudad de Puno.
- Afrechillo de trigo: De procedencia comercial, exento de olores, grumos y material contaminante embolsado en bolsas de polietileno, se obtuvo comercialmente en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno en la sección de menestras y harinas.



- Harina de maíz amarillo: Subproducto de la molienda del grano amarillo, exento de olores, grumos y material contaminante embolsado en bolsas de polietileno, se obtuvo de una tienda de expensa veterinaria Agro Andina ubicada en la Av. el Sol, en la ciudad de Puno
- Harina de pescado: De procedencia comercial, exento de olores rancios y contaminantes, se obtuvo de una tienda de expensa veterinaria Agro Andina ubicada en la Av. el Sol, en la ciudad de Puno.
- Harina de heno de avena: Se utilizó forraje de avena tras el sembrío y cosecha en el periodo de prefloración, luego se picó y molió para su uso como insumo del alimento balanceado.
- Melaza de caña: Se utilizó como aglutinante en la mezcla y fuente de dulzor en los pellets, por su alto contenido de carbohidratos, se obtuvo en envases de polietileno de 1.5 litros, de una tienda de expensa veterinaria Agro Andina ubicada en la Av. el Sol, en la ciudad de Puno.
- Aceite de soya: Fuente de lípidos en los alimentos balanceado, Se obtuvo en botellas de polietileno de 1 litro, exento de olores rancios y contaminantes, en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno.
- Sal yodada: Fuente de Yodo y sodio para los Pellets, se obtuvo en bolsas de 24 unidades en el mercado Unión y Dignidad de la ciudad de Puno.
- Sales minerales: De procedencia comercial, en la marca “ROCSALFOS”, suplemento mineral en polvo con alto contenido de fósforo, enriquecido con minerales y vitaminas A, D 3 y E, se obtuvo en una veterinaria ubicada en la Av. el Sol, en la ciudad de Puno.



- Vitamina C.- Se cubrió el requerimiento mediante la dosificación de un suplemento de la marca “VIT AMIN “que contenía vitamina C, se obtuvo en una veterinaria ubicada en la Av. el Sol, en la ciudad de Puno.

### **3.2.2. Animales de experimentación**

Para el trabajo de investigación se utilizó un total de 12 cuyes machos de la línea Andina A-1 con un peso de 280-300 g de 4 semanas de natalidad.

### **3.2.3. Maquinarias y equipos**

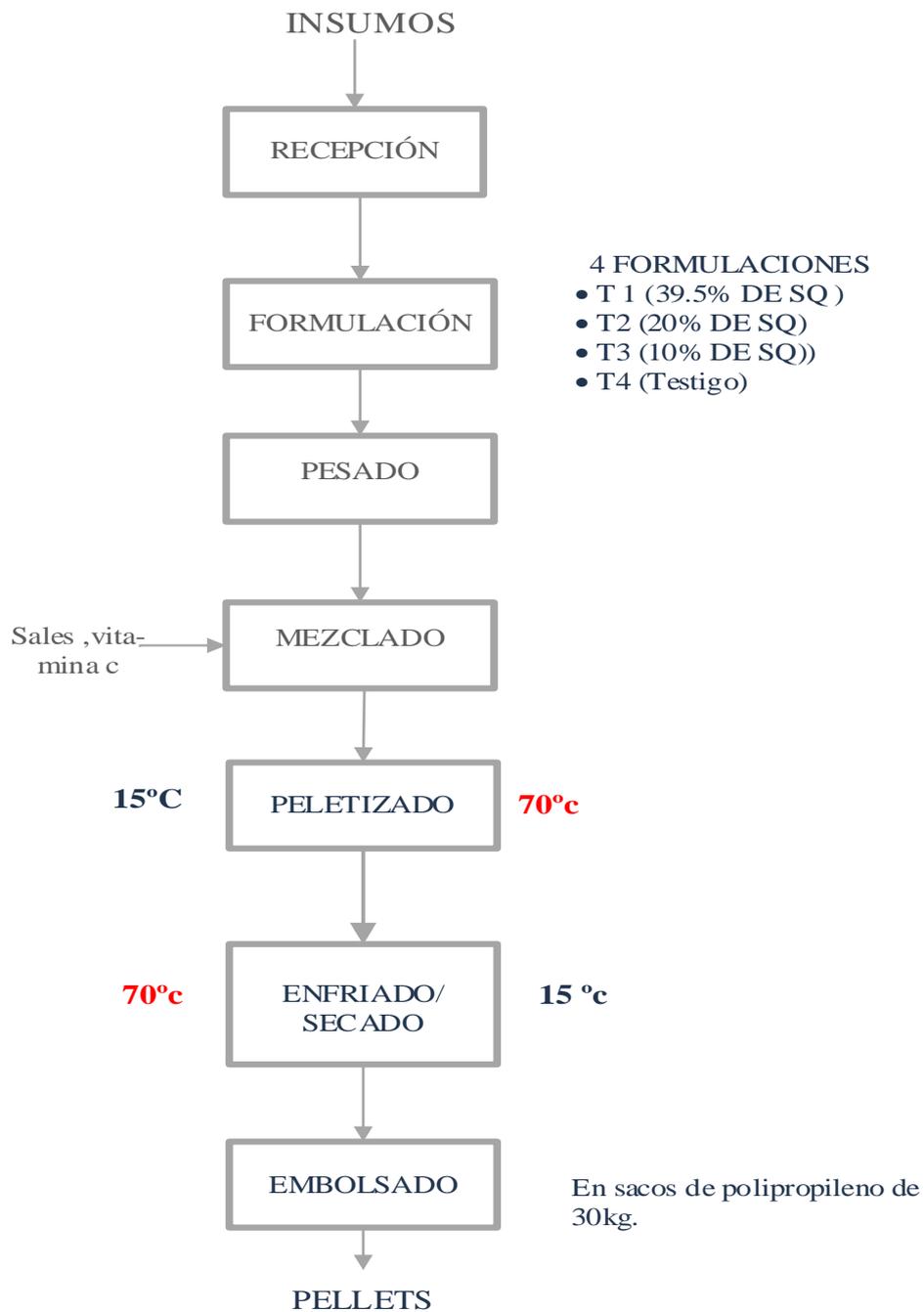
- Peletizadora (MKR 050 capacidad de 50 kg/h.)
- Molino de 16 martillos. (Honda, modelo gx 390 Tanque de 389 cm<sup>3</sup> -2 Hp)
- Balanza gramera (Camry-modelo EK9610K, capacidad hasta 5000 g)
- Equipo digestor, destilador y titulador Kjeldahl (bureta/0.1 ml)
- Equipo de extracción Soxhlet 250 ml
- Cámaras de digestibilidad in vivo para cuyes.
- Sacos de polietileno (capacidad 30 kg)
- Bebederos y comederos (polietileno de baja densidad)
- Bolsas de plástico (10 x 15”)
- Sacos de polietileno (capacidad 30 kg)
- Bolsas de plástico colectoras (3 x 8”)
- Jarra medidora de plástico (2 litros)
- Celular con cámara 8 megapíxeles (Samsung J 6 plus)
- Indumentaria (botas, barbijo y guantes).

### 3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

#### 3.3.1. Elaboración del alimento balanceado

Figura 3

Diagrama de flujo para la obtención de pellets con subproductos de quinua



NOTA: En la figura, SQ = subproductos de quinua, Adaptada de Sihuacollo (2013).



### 3.3.2. Descripción del proceso

#### a) Recepción.

Se evaluó la materia prima e insumos tomando en cuenta lo siguiente:

Para el control de calidad, se verificó sus características físicas; apariencia, olor y este exento de partículas extrañas, no se aceptó harinas con restos de broza, jipi o mal molidas.

#### b) Formulación.

Se verificó la formulación previamente elaborada para la elaboración de pellets y el acondicionamiento para el pesado.

#### c) Pesado.

Se efectuó conforme a la formulación para cada tratamiento, de la siguiente manera:

- Se manufacturó la balanza comercial en una superficie plana, calibrándolo en kilogramos, comenzando con los subproductos de quinua molido, heno de avena, afrechillo, maíz amarillo, soya y harina de pescado. Almacenándolos en bolsas de polietileno respectivamente rotulado con el nombre del tratamiento y la repetición correspondiente.
- Los insumos líquidos, como el aceite y la melaza, se pesaron mediante la ayuda de una jarra medidora y envases de polietileno de 2 litros sellándolo temporalmente para evitar cualquier tipo de contaminación externa.



- Las premezclas como las sales minerales y la vitamina C, se pesaron en una balanza gramera, almacenándolos en bolsas de polietileno de 13x15 mm.

#### **d) Mezclado.**

- El proceso de mezclado se efectuó manualmente y con la ayuda de un cople de mezclado a un motor rotatorio, mediante el uso de un recipiente de polietileno de capacidad de 0.150 cm<sup>2</sup>
- Inicialmente se introdujeron las premezclas, los insumos líquidos, posterior a ello se añadieron soya, harina de pescado, formando una sustancia homogénea y luego se pasó a mezclar los insumos que producen más polvo como los subproductos de la quinua y heno de avena en sentido horario y antihorario.
- Culminado el proceso, se embolsaron las mezclas en bolsas de polietileno acondicionándolo para el pelletizado. En total se realizó 4 mezclados para cada tratamiento requerido con su repetición correspondiente.

#### **e) Pelletizado.**

- Se prensó alimento balanceado mezclado, se procedió:
- Condicionando la pelletera, verificando el funcionamiento previo y además colocando los recipientes a la tolva de salida.
- Se ingresó los mezclados en la tolva de pelletera de forma continua, teniendo en cuenta que no se aglomere materia y controlando el flujo con un palo. Los pellets prensados se obtuvieron en la tolva de salida y finalizando en un recipiente de polietileno para pasar a la etapa de oreado.



#### **d) Oreado.**

Se oreó los piensos durante 6 horas hasta llegar a una temperatura de 12-13° c con el fin de eliminar la humedad.

#### **e) Embolsado.**

Se embolsó los pellets en sacos de polietileno, a temperatura ambiente. Para ello se remallaron con nilón manualmente y se almacenaron a 15° c en un lugar seco, los residuos pequeños denominados finos de prensado se procedieron a sepáralos en otro saco. Las bolsas fueron rotuladas con su respectivo tratamiento y repetición correspondiente.

### **3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.4.1. Variables de estudio**

##### **3.4.1.1. Para primer objetivo:**

- Determinar la formulación adecuada de pellets con subproductos de quinua.

##### **Factor de estudio**

- Niveles de adición de subproductos de quinua.

##### **Niveles de factor**

- Nivel 1: Pellets sin adición de subproductos de la quinua
- Nivel 2: Pellets con adición de 10% de subproductos de la quinua
- Nivel 3: Pellets con 20 % de adición de subproductos de la quinua
- Nivel 4: Pellets con 39.5% de adición de subproductos de la quinua



### **Variable de respuesta**

- Evaluación de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión de alimento.

#### **3.4.1.2. Para el segundo objetivo**

- Determinar el porcentaje de fibra y proteína de pellets con subproductos de quinua.

### **Factor de estudio**

- Niveles de adición de subproductos de quinua.

### **Niveles de factor**

- Nivel 1: Pellets sin adición de subproductos de quinua
- Nivel 2: Pellets con adición de 10% de subproductos de quinua
- Nivel 3: Pellets con 20 % de adición de subproductos de quinua
- Nivel 4: Pellets con 39.5% de adición de subproductos de quinua

### **Variable de respuesta**

- Determinación de proteína por método Kjeldahl.
- Determinación de fibra por el método gravimétrico.

#### **3.4.1.3.- Para el tercer objetivo:**

- Determinar el coeficiente de digestibilidad in vivo en cuyes.

### **Factor de estudio**

- Niveles de adición de subproductos de quinua.



### **Niveles de factor**

- Nivel 1: Pellets sin adición de subproductos de quinua
- Nivel 2: Pellets con adición de 10% de subproductos de quinua
- Nivel 3: Pellets con 20 % de adición de subproductos de quinua
- Nivel 4: Pellets con 39.5% de adición de subproductos de quinua

### **Variable de respuesta**

- Digestibilidad in vivo de cuyes

En los niveles de factor, los valores de adición de 10%, 20% y 39:5% de adición de subproductos de quinua, se muestran en el cálculo de nutrientes en el Anexo XII, XIII, XIV y XV.

### **3.4.2. Determinación de la formulación adecuada de pellets**

Se determinó mediante la formulación y los indicadores; consumo de alimento, ganancia de peso vivo.

#### **3.4.2.1. Formulación de tratamiento de pellets.**

- a) Se tomó como referencia los requerimientos de nutrientes para cuyes según la NRC (1995) mostrado en la Tabla 3.
- b) Se evaluaron los insumos que integraron la formulación de balanceados, la composición química, los nutrientes considerados son los siguientes:
  - Proteína total, fibra cruda, aminoácidos esenciales (lisina, metionina, metionina + cistina, arginina, treonina, triptófano) calcio, fosforo y sodio.



- c) Para esta experimentación se utilizó la herramienta de Office Excel, se compilaron los datos de composición de nutrientes de cada insumo para la formulación de pellets. Para saber los porcentajes de formulación y cumplir con los requerimientos se empleó el método por comparación realizando simulaciones de sumatoria de aporte de nutrientes de cada insumo y verificando que lo formulado cumpla con los requerimientos exigidos. Para conocer el % de nutriente del insumo en el tratamiento:

$$\% NT = \% NC \times \% NF$$

Donde:

**% NT:** Porcentaje de nutriente en el tratamiento

**%NC:** Porcentaje contenido

**%NF:** Porcentaje del nutriente formulado

El nutriente contenido es la composición que posee, por ejemplo: % proteína, % fibra, etc. El nutriente formulado es el previamente simulado por comparación que cumpla con los requerimientos nutricionales del cuy.

- a) En total se hizo cuatro simulaciones cada una correspondiente para cada tratamiento los cuales se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4***Formulación de pellets con subproductos de quinua.*

Ingredientes (%)	T 1	T 2	T 3	T 4 Testigo
	Adición 39.5 % de subproductos de quinua.	Adición 20 % de subproducto s de quinua.	Adición 10 % de subproducto s de quinua	
Subproductos de quinua	39.50	20.00	10.00	0.00
Harina de pescado	3.00	7.00	11.00	3.50
Torta de soya	5.00	4.00	3.50	8.00
Afrechillo de trigo	15.50	20.00	23.50	13.40
Maíz amarillo	4.50	6.50	15.60	14.50
heno de avena	23.28	33.28	27.18	51.38
melaza	3.00	3.00	3.00	3.00
aceite de soya	4.00	4.00	4.00	4.00
sal yodada	0.70	0.70	0.70	0.70
Sales minerales	1.50	1.50	1.50	1.50
vitamina C	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

El consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso serán indicadores que determinarán la formulación adecuada. Para ello se utilizaron 12 cuyes que fueron administrados con alimento balanceado con una porción de 80 g/día, la mitad de la porción suministrada a las 7:00 am. y la otra mitad en la tarde a las 5:00 pm, como también el suministro de agua con 180 ml solo en la mañana. El periodo de experimentación fue de 4 semanas (28 días) durante la etapa de crecimiento y el ambiente utilizado las jaulas del bioterio.



### 3.4.3. Evaluación de consumo de alimento

Se determinó el consumo de alimento con los siguientes pasos:

- a) Se administro el alimento balanceado con dos raciones de 40 g/día por cada animal experimental.
- b) El alimento rechazado contenido en los comederos fue pesado para cuantificar la cantidad no aprovechada, se realizó en las mañanas a las 8:30 am, verificando que las cantidades no sean alteradas por restos fecales o de orina. Para el cálculo del consumo alimento aprovechado, se hizo por diferencia de alimento administrado y alimento no aprovechado.
- c) Apaza (2017) Determina la cantidad de materia seca consumida, descontando al total del alimento consumido, el alimento no aprovechado.

$$CA = TCO - ANP$$

Donde:

**CA:** Consumo de Alimento

**TCO:** Total de Alimento

**ANP:** Alimento no aprovechado

### 3.4.4. Evaluación de ganancia de peso vivo

Se determinó la ganancia de peso vivo con los siguientes pasos:

- a) El peso inicial se registró al comienzo de la experimentación. En total se pesaron 12 cuyes de 4 semanas de natalidad, en periodo de crecimiento haciendo uso de una balanza con la ayuda de un recipiente de polietileno.



- b) Los pesos se registraron semanalmente en un estado de ayuno antes de administrar los alimentos balanceados generalmente los días lunes. durante 4 semanas de experimentación.
- c) El peso final; fue el último en registrar en la cuarta semana. Para el cálculo de la ganancia de peso se hizo uso de la herramienta Excel, Mediante la diferencia de peso final y peso inicial. Obteniendo la ganancia de peso vivo durante todo el proceso experimental.

La ganancia de peso vivo se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$GPV = PF - PI$$

Donde:

**GPV:** Ganancia de peso vivo

**PF:** Peso final

**PI:** Peso inicial

#### 3.4.5. Evaluación de conversión alimenticia

Se determino la conversión alimenticia con los siguientes pasos:

- a) Se administró el alimento balanceado con dos raciones de 40 g/día por cada animal experimental.
- b) Se peso los animales una vez por semana durante las 4 semanas de experimentación, para el cálculo la conversión alimenticia se consideró la ganancia de peso total dividido al total de consumo.

La conversión alimenticia en cuanto más cerca sea a uno es más eficiente.

el % de digestibilidad se calculó mediante la siguiente fórmula:



$$CAL = \frac{CTO}{GVP}$$

**Donde;**

**CAL:** Conversión alimenticia en gramos(g)

**CTO:** Consumo total de alimento en gramos (g)

**GPV:** Ganancia de peso vivo en gramos (g)

#### **3.4.6. Determinación de porcentaje de fibra cruda en pellets.**

Se determinó con los siguientes pasos:

- a) Se pesó 2 gramos de la muestra desengrasada y seca del pienso, para esta etapa se prepararon las 4 muestras de experimentación con sus respectivas 3 repeticiones como se detalla:
  - 2 gramos de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 2 gramos de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 2 gramos de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 2 gramos de pellets testigo.
- b) Luego se colocó en un matraz y se adiciona 200 ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición también se preparó el condensador y se llevó a temperatura de ebullición; dejándolo hervir exactamente por 30 min y moviendo constantemente las muestras para que no se adhieran sustancias en las paredes del matraz.



- c) Instalamos el embudo Buchner con el papel filtro con agua hirviendo y al término de la ebullición se dejó reposar por un minuto la muestra del matraz para luego filtrar mediante succión, esta operación se realizó en 10 minutos.
- d) Transferimos el residuo al matraz con ayuda de una pipeta conteniendo 200 ml de solución de NaOH en ebullición y dejemos hervir por 30 min, precalentamos el crisol de filtración con agua hirviendo y filtramos cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min. Se lavó el residuo con agua hirviendo con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo para terminar en tres lavados con éter de petróleo.
- e) Finalmente se colocó los crisoles con las muestras en un horno desecador a una temperatura de 120 °C en un tiempo de 12 horas, posterior a ello las muestras se llevaron a una mufla para la obtención de cenizas a una temperatura de 550 °C por un tiempo de 3 horas. La diferencia de pesos posterior a la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

La fibra se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\% FC = \frac{(\text{Peso del Crisol con residuo seco}(g) - \text{Peso del Crisol con la ceniza}(g))}{\text{peso de la muestra}(g)} \times 100$$

**Donde:**

**FC:** Fibra cruda

#### **3.4.7. Determinación de porcentaje de proteína en pellets.**

Se determinó por método Kjeldahl, el proceso se realizó en 4 corridas.

Como se muestra a continuación:

- Primera corrida integra a los pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua con sus tres repeticiones



- Segunda corrida integra a los pellets con adición de 20% de subproducto de quinua con sus tres repeticiones.
- Tercera corrida integra a los pellets con adición de 10% de subproducto de quinua con sus tres repeticiones.
- Cuarta corrida integra a los pellets (testigo).

La determinación se realizó en 3 etapas:

**a) Digestión:**

1. Se peso 1 g de muestra de pellets en una balanza gramera la cual se depositó en un mortero para el molido y obtener una sustancia homogénea y seguidamente lo colocamos en un tubo de digestión. Para esta etapa se prepararon las 4 muestras de experimentación con sus respectivas 3 repeticiones como se detalla los siguiente:
  - 1 gramo de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 1 gramo de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 1 gramo de pellets con adición de 39.5% de subproducto de quinua
  - 1 gramo de pellets testigo.
2. Posterior a ello se añadió al tubo, una pastilla de catalización con el fin de acelerar el proceso de digestión (Kjeldahl), también vertimos 10 ml de ácido sulfúrico. Se colocó los tubos de digestión con las muestras de pellets y sus repeticiones en el digestor.
3. Se realiza la digestión a una temperatura de 400 °c por un tiempo de 30 minutos en la cual se deben estar vigilando que las muestras sean estables a la temperatura, una vez culminado este proceso se vertió agua destilada a



los tubos de digestión en un contenido de 50 ml con la finalidad de enfriar las muestras a una temperatura ambiente de 15 °c comenzando en las paredes de los tubos gradualmente hasta lograr esta temperatura.

**b) Neutralización y destilación:**

1. Añadimos 25 ml de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y 2 o 3 gotas de indicador mixto y colocamos en la alargadera del refrigerante. Posterior a ello colocamos el tubo con la muestra de pellets en el lado izquierdo del destilador, dosificamos unos 40 ml de Hidróxido de sodio NaOH e iniciamos la destilación de las muestras.
2. Se logro la destilación en un tiempo de 15 minutos. Para esta etapa se hicieron las 4 muestras de experimentación con sus 3 repeticiones.

**c) Valoración:**

Valoramos con ácido clorhídrico 0,31 N el destilado obtenido con todas las muestras, hasta que la solución varíe de color de verde a violeta.

El % proteína se obtuvo mediante las siguientes ecuaciones:

$$\%Nitrógeno = \frac{1,4 \times (V_1 - V_0) \times N}{P}$$

$$\%Proteína = \% Nitrogeno \times F$$

Donde:

**P:** peso de la muestra.

**V<sub>1</sub>** : Volumen de Ácido Clorhídrico (HCl), consumido en la valoración (ml)

**N** : Normalidad de Ácido Clorhídrico (HCl)



$V_0$  : Volumen de Ácido Clorhídrico (HCl) consumido en la valoración de un blanco (ml)

**F:** Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas. las proteínas contienen en su mayoría un 16% de Nitrógeno diatómico, en ese caso el que el factor de conversión es 6,25.

#### **3.4.8. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente**

Se determinó el coeficiente de digestibilidad con los siguientes pasos.

- a) La evaluación se llevó a cabo en una sala de digestibilidad haciendo uso de jaulas de digestibilidad (de medidas 0.2 x 0.2 x 0.3 m) implementadas con un bebedero y un comedero. En total se experimentaron con 12 cuyes machos (1 animal/jaula), de 4 semanas de natalidad de 280 a 300 g de peso.
- b) Los animales experimentales pasaron por un periodo de acostumbramiento de una semana, donde se le administraron alimento balanceado con la finalidad de que se habitúen a la dieta alimenticia, suministrando raciones de alimento en una cantidad de 80 g/día/jaula y 180 ml/día/jaula de agua, dividiendo la ración en 2 veces al día a las 8:00 am y a las 4 pm.
- c) La determinación del coeficiente de digestibilidad aparente se realizó posterior a la etapa de acostumbramiento, por un periodo de una semana.
- d) La recolección de datos se realizó cada 24 horas a las 8:00 am, pesando la cantidad de alimento aprovechado, alimento no aprovechado y excreción fecal. Los restos contaminados con orina y factores externos no se consideraron.



El % de digestibilidad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CDA = \frac{CA - Ef}{CA} \times 100$$

**Donde:**

**CDA:** Coeficiente de digestibilidad (%)

**CA:** Consumo de alimento (g)

**Ef.:** Excreción fecal (g)

### 3.4.9. Evaluación estadística

Para la presente investigación, se aplicó el análisis de varianza (ANVA), con un 95% de significancia y el test de Tukey para determinar las posibles diferencias entre las muestras

#### 3.4.9.1. Modelo matemático

Para los 3 objetivos propuestos se usó el modelo matemático que corresponde al diseño completo al azar (DCA) de un solo factor con 4 tratamientos (tres dietas experimentales y una testigo) y 3 réplicas, experimentando en total con 12 cuyes machos.

Modelo lineal:

$$x_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$\mu$  : es la media poblacional



$\tau_j$ : están normal o independientemente distribuidos con media cero y varianza  $\sigma_t^2$

$\varepsilon_{ij}$ : están normal e independientemente distribuidos con media cero y varianzas iguales  $\sigma^2$ .



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DETERMINACIÓN DE FORMULACIÓN ADECUADA DE LOS PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA.

Se determinó mediante los indicadores de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

##### 4.1.1. Consumo de alimento

En la Tabla 5 se detalla los resultados del consumo de alimento de cuyes (g/día).

**Tabla 5**

*Consumo de alimento en g/día.*

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
T 1 (Adición con 39.5% de SQ)	49.0	49.7	49.7	49.5
T 2 (Adición con 20% de SQ)	53.9	51.1	51.1	48.3
T 3(Adición con 10% de SQ)	47.9	45.9	51.3	52.0
T 4 (testigo)	45.9	46.4	46.9	46.4

Promedio general: 49.1 g

De la Tabla 5, el mayor promedio de consumo de alimento es 52.0 g/día correspondiente al tratamiento 3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua, seguido del tratamiento 1 formulado con 39.5% de subproductos de la quinua con 49.5 g, y el menor promedio fue 46.4 g correspondiente al tratamiento 4 (testigo). El promedio general de consumo de Alimento es 49.1 g.

Del Anexo I, En el análisis de varianza se observa que el valor P para el factor tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia



estadística significativa entre los tratamientos administrados. Lo cual indica que la determinación de consumo de Alimento es influida directamente por el alimento balanceado administrado a los cuyes.

Los resultados obtenidos fueron similares a lo reportados por Salcedo (2017) que elaboró pellets con adición de sangre bobina y harina de alfalfa con 4 tipos diferentes formulaciones, con raciones diarias de 80 g/día, obteniendo un consumo de alimento de 52.4 g/día para R-1(alimento balanceado con 36% de harina de alfalfa), 51.2 g/día para R-4 (testigo), 49.4 g/día para R-3(alimento balanceado con harina de sangre 8% ) y 49.2 g/día para R-2(alimento balanceado mezcla de harinas de alfalfa 18% y harina de sangre 4%), por lo que se estima que el consumo de alimento es óptimo y tanto la adición de sangre como subproductos de quinua administrados en forma de pellets, tienen una buena aceptabilidad en los cuyes.

Al respecto Ticona (2015) reporta resultados diferentes, con promedios de consumo de alimento de 71.90, 70.68, 73.46 y 71.01 g debido a que empleó una ración de 120 g /día de alfalfa y concentrado de desechos de quinua en el periodo de crecimiento - engorde en un total de 75 días. Contrastando con la ración de 80 g/día que fue administrada, es 40 g menos a la dieta comparada, por lo que se estima que el resultado de consumo de alimento es bueno, porque solo se realizó durante 28 días y en el periodo de crecimiento, sin adicionar forraje fresco. También afirma “el forraje incrementa la cantidad de consumo de alimento por su alto contenido de agua”, lo que a diferencia de la administración únicamente con pellets que contiene 13% de humedad, tiene un consumo de alimento menor.

Al respecto Pilco (2022) corrobora en su investigación para estimar el valor nutricional de la harina de cebada en el crecimiento en cuyes de altura de 2 meses de edad de línea Perú, obteniendo resultados de consumo de alimento; 47.1 g/día para R-0 (dieta basal), 48.0 g/día para R-1 (20 % de harina de cebada) y 43.7 g/día para R-2 (40% de harina de cebada), que al ser contrastados resultan inferiores, debido a la forma física de presentación del alimento balanceado en polvo, que poseen menor digestibilidad como se muestra en la Tabla 2 generando menor consumo de alimento.

**Tabla 6**

*Prueba de rango múltiple Tukey de consumo de alimento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
3	3	52.0 ±2.75	A
1	3	49.5 ±0.41	A B
2	3	48.3 ±1.57	A B
4	3	46.4 ±0.5	B

De la Tabla 6, en la prueba de rango múltiple de Tukey para el consumo de alimento, se observó que el tratamiento 3 formulado con 10% de adición de subproductos de la quinua es diferente al tratamiento 4 (testigo). El tratamiento 3 tuvo el mejor promedio de consumo de Alimento de pellets con 10% de adición de subproductos quinua con 52.0 g, siendo el menor promedio de consumo correspondiente al tratamiento 4 (testigo) con 46.4 g.

#### **4.1.2. Ganancia de peso**

El cálculo de la ganancia de peso resulto de la diferencia del peso final y el peso inicial de los cuyes.

#### 4.1.2.1. Peso inicial

El peso inicial de los cuyes al comienzo de etapa de experimentación. se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Peso final de cuyes(g).*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Promedio</b>
<b>T 1</b> (Adición con 39.5% de SQ)	277	270	302	283.0
<b>T 2</b> (Adición con 20% de SQ)	289	301	285	285.7
<b>T 3</b> (Adición con 10% de SQ)	285	294	278	291.7
<b>T 4</b> (testigo)	292	287	302	293.7

Promedio general: 288.5 g

De la Tabla 7, el mayor promedio corresponde al tratamiento 4 (testigo) con 293.7 g, el menor es 283 g correspondiente al tratamiento 1 formulado con 39.5% de subproductos de la quinua. El promedio general del peso inicial es de 288.5 g.

Los resultados son diferentes a lo reportado con Checalla (2011), que al inicio de su trabajo de investigación registra pesos vivos iniciales de 290.25 g para la línea mi Perú, 304.06 g para la línea Andina A-1, la razón es en gran parte a la ubicación de la crianza, en la costa los cuyes tienen un desarrollo acelerado principalmente por la influencia del clima, generando más ganancia de peso vivo en el inicio de la etapa del desarrollo, más la diferencia no es muy significativa.

Al respecto Salcedo (2017) utilizó para su experimentación cuyes (entre 318 g y 358 g de peso vivo, de 3 semanas de natalidad) en la línea Andina A-1, investigando en la etapa de crecimiento por un periodo de 35 días, sin embargo,

también se deben de considerar los factores de la crianza, los requerimientos nutricionales de cuyes y el acordonamiento de las pozas, limpieza y desinfección.

#### 4.1.2.2. Peso final

El peso final de los cuyes se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Peso final de cuyes(g).*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Promedio</b>
<b>T 1</b> (Adición con 39.5% de SQ)	566	561	592	573.0
<b>T 2</b> (Adición con 20 % de SQ)	586	600	579	588.3
<b>T 3</b> (Adición con 10 % de SQ)	643	653	631	642.3
<b>T 4</b> (testigo)	577	581	598	585.3

Promedio general: 597.3 g.

De la Tabla 8, el promedio mayor de peso final es 653 g correspondiente al T- 3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua con 642.3 g, seguido de T-2 formulado con 20% % de subproducto de quinua con 588.3 g y el menor peso final corresponde a T-1 formulado con 39.5% de subproducto de quinua con 573 g. Al respecto Cruz (2018) en su proyecto en la etapa de crecimiento-engorde considerando 49 días de experimentación con concentrado en pellets de alfalfa logró pesos finales de 856, 940 g. Resultados que en comparación a los obtenidos son buenos, porque solo se experimentó en la etapa de crecimiento, si bien la diferencia de peso vivo final es de 250 g, hay que considerar que se experimentó en un periodo de 28 días ,17 días menos de lo comparado.

#### 4.1.2.3. Determinación de ganancia de peso

La ganancia de peso se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Ganancia de peso vivo en g /28 días.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Promedio</b>
<b>T 1</b> (Adición con 39.5% de SQ)	289	291	290	290.00
<b>T 2</b> (Adición con 20% de SQ)	297	299	294	296.70
<b>T 3</b> (Adición con 10% de SQ)	358	359	353	356.70
<b>T 4</b> (testigo)	285	294	296	291.70

Promedio general: 308.8 g.

De la Tabla 9, el promedio mayor de ganancia de peso es 356.7 g correspondiente a T-3 formulado con 10% de subproductos de la quinua. seguido del T-2 con 296.7 g, formulado con 20% de subproducto de quinua, el menor promedio de ganancia de peso corresponde al T-1 con 290 g. formulado con 39.5% de subproductos de quinua.

En el Anexo II se observa que el valor P para el factor Tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos administrados a los cuyes. Lo cual indica que la ganancia de peso es influida directamente por el alimento balanceado administrado, el coeficiente de variación es de 4.2 % lo que indica la confiabilidad del diseño.

**Tabla 10**

*Prueba de rango múltiple Tukey de ganancia de peso vivo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
3	3	356.7 ±3.21	A
2	3	296.7 ±2.52	B
4	3	291.7 ±5.86	B
1	3	290.0 ±1.0	B

De la Tabla 10, de la prueba de rango múltiple de Tukey para el consumo de alimento, se observó que T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de la quinua es diferente significativamente a T- 2, T-4 (testigo) y T-1.

Al respecto Cruz (2018) complementa a favor a los resultados obtenidos, experimentando en la influencia de cuatro raciones de alfalfa y alimento balanceado en cuyes de línea inti y andina A-1, reportando promedios de ganancias de peso por día 15.11, 14.84, 14.37,14.22,13.95,13.56,11.29 y 10.47 g y promedios de ganancia totales durante 2 meses de 740,727,704,696,683,664,553,512 g, habiendo una diferencia en el periodo de experimentación de 1 mes. Mas se tomó como referencia la ganancia diaria obtenida como se muestra en el Anexo XVII y el mejor promedio obtenido que pertenece a T-3 con 12.7 g/día, resultando inferior, esto debido a que la media de ganancia por día es influenciada por el periodo de crecimiento en el que se encuentra el animal, la ganancia de masa muscular se incrementa más en la etapa de engorde y acabado. También mencionar que Cruz (2018) administra forraje fresco de alfalfa y concentrado en pellets lo que indica que una alimentación mixta mejora la ganancia de peso a diferencia de la administración con solo alimentos balanceados.



Así mismo Castro (2015), en la evaluación de tres niveles de alimento balanceado de desechos de quinua en niveles de adición de 20%, 40% y 60% obtuvo ganancias de peso vivo a nivel del 40% con 660,42 g y 60% con 646,67 g, con un periodo de 72 días de experimentación desde la etapa de crecimiento hasta acabado, 44 días menos de lo experimentado, difiriendo con el autor, porque el periodo de experimentación es muy excesivo y solo se debiera realizar por lo mucho hasta 60 días, resultando inferior la ganancia de peso vivo aparentemente, pero si comparamos la ganancia de peso diaria que resulta en una media de 9 g/día, nuestro promedio está muy por encima. También se corrobora, que a mayor porcentaje de agregado de desechos de quinua se obtiene una menor ganancia de peso vivo, similar a lo experimentado mostrado en la Tabla 9.

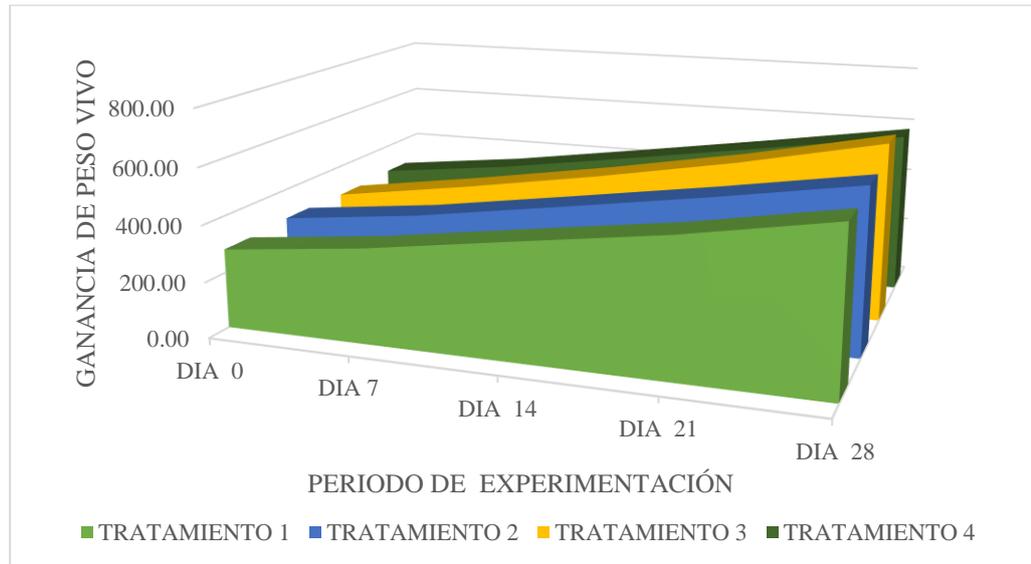
La variación de ganancia de peso vivo se debió al nivel de proteína contenida en los piensos, como se muestra en la Tabla 18, donde T-3 tiene un contenido de proteína de 18% y en la tabla 14, tiene un 16.5% de fibra, siendo adecuado para una buena asimilación en el tracto intestinal en los cuyes y generando una óptima ganancia de peso en vivo conforme a los requerimientos nutricionales de la National Research Council (1995, citado por Vergara, 2008), Corroborando a ello Sihucollo (2013) menciona; que las proteínas son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras.

Complementando, se afirma que un alimento pelletizado incrementa el aprovechamiento de nutrientes a diferencia de los convencionales como el alimento balanceado en polvo, o alimentos administrados en sustitución en harina alimenticias. Salazar (2010) afirma que un alimento balanceado en pellets posee una mejor esterilidad y digestibilidad, lo que nos indica que los alimentos son aprovechados óptimamente al 10% de adición de subproductos de la quinua,

generando una buena ganancia de peso. En la Figura 4, se muestra las ganancias de peso obtenidas.

**Figura 4**

*Ganancia de peso vivo durante 28 dias(g).*



#### 4.1.3. Conversión alimenticia

En la Tabla 11 se muestra los resultados de la conversión alimenticia.

**Tabla 11**

*Conversión alimenticia en g/unidad, de pellets con subproductos de quinua.*

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
<b>T 1</b> (Adición con 39.5% de SQ)	4.75	4.78	4.80	4.78
<b>T 2</b> (Adición con 20% de SQ)	5.08	4.79	4.87	4.91
<b>T 3</b> (Adición con 10% de SQ)	3.74	3.58	4.07	3.80
<b>T 4</b> (testigo)	4.51	4.42	4.43	4.45

Promedio general: 4.48 g.

De la Tabla 11, el mayor promedio corresponde a T- 2 formulado con 20% de adición de subproductos de la quinua con 4.91, seguido del T-1 formulado

39.5% de adición de subproductos de la quinua con 4.78. El menor promedio corresponde a T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de la quinua con 3.80. El promedio general es de 4.48 g.

T-2 obtiene la mejor conversión alimenticia con 3.80, por que indica que para la obtención de ganancia de peso de T-2 descrito en la Tabla 9 se requieren de 3.8 kg de alimento para la obtención 356 g de peso vivo en el cuy.

En el análisis de varianza que se muestra en el Anexo III, donde el valor P para el factor Tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos administrados a los cuyes. Indicando que la conversión Alimenticia es influida directamente por el alimento balanceado administrado, las medias fueron comparadas con rango múltiple Tukey como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Prueba de rango múltiple Tukey de conversión Alimenticia.*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
2	3	4.9333 ±0.15	A
1	3	4.7667 ±0.03	A B
4	3	4.4333 ±0.05	B
3	3	3.800 ±0.25	C

De la Tabla 12, se observó que T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua es diferente significativamente a T-2, T-4 (testigo) y T-1.

Al respecto Condori (2018) reporta raciones de avena, alfalfa y retamilla en cuyes machos administrado en forma de henolaje, obteniendo; 11.29, 11.74, 12.93 y 12.96 de conversión alimenticia, observando una diferencia



significativa mayor a 7,49 g/unidad de animal experimental a los resultados que obtuvimos, lo que indica que a una elevada conversión se administró más cantidad de alimento. Así mismo Castro (2015) habiendo evaluado alimento balanceado en polvo de desechos de quinua, con niveles de adición de 20%, 40% y 60% y una muestra control en cuyes mejorados de 1 mes de edad, obtuvo una conversión alimenticia de 6.23 para adición de 20% de desechos de quinua, 6.33 para la adición de 40% de desechos de quinua y 7.52 para la adición de 60% de desechos de quinua y al compararlos con resultados obtenidos, existe una diferencia significativa mayor 3.23, lo que indica que los pellets producen mejor conversión alimenticia que el alimento en polvo y es influido significativamente por la digestibilidad, Salazar (2010) indica que la digestibilidad en alimento balanceado en polvo es normal y en pellets es mucho mejor, también López (2012), citado por Pilco (2022) indica que la digestibilidad es un factor importante para la evaluación de la calidad nutritiva del alimento balanceado, cuantificando los nutrientes que son aprovechados por el animal y trae consigo una mayor productividad.

También cabe mencionar que la conversión es influida por muchos factores, en especial es muy dependiente del peso del animal como lo afirma Moreno (1989) citado por Mamani (2017) “la conversión alimenticia depende de varios factores como la genética, peso corporal del animal, calidad de alimento suministrado y manejo en la crianza de cuy”.

#### **4.1.4. Formulación adecuada de los pellets de subproductos de quinua.**

Se determinó la formulación adecuada tomando en cuenta los siguientes indicadores; consumo de alimento, ganancia de peso y conversión a alimenticia.

**Tabla 13***Indicadores para la determinación de la formulación adecuada.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Consumo de Alimento (g)</b>		<b>Ganancia de peso vivo (g)</b>		<b>Conversión alimenticia</b>	
Tratamiento 1	49.48	± 0.41	290.00	± 1.00	4.78	± 0.03
Tratamiento 2	48.33	± 1.57	296.67	± 2.52	4.91	± 0.15
Tratamiento 3	52.04	± 2.75	356.67	± 3.21	3.80	± 0.25
Tratamiento 4	46.38	± 0.50	291.67	± 5.86	4.45	± 0.05

De la Tabla 13, el tratamiento 3 obtuvo el mejor promedio de consumo de alimento con un valor de 52.04 g. con una desviación estándar de  $\pm 0.41$ , al igual que obtuvo el mejor promedio de ganancia de peso vivo con 356.67 g. con una desviación estándar de  $\pm 3.21$ , en la prueba experimental de 28 días. En la conversión alimenticia según Ross (2015) se considera el menor promedio, debido a que este representa la cantidad de alimento por una unidad de ganancia de peso, el menor promedio indica menos alimento para la obtención de un mejor peso in vivo, por lo tanto, el tratamiento 3 tuvo la mejor conversión de alimento con 3.83 con una desviación estándar  $\pm 0.25$ .

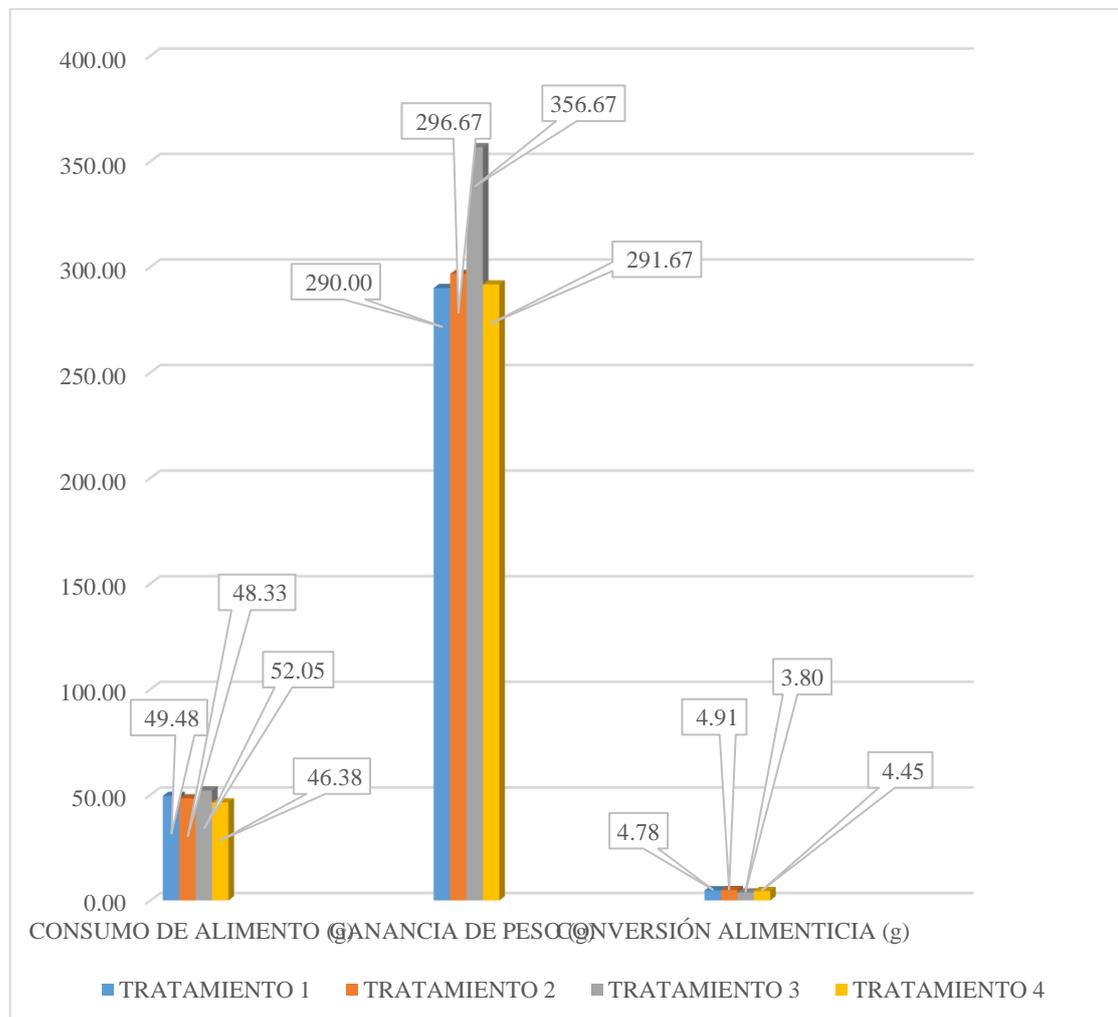
Resultado similar obtenido a Cruz (2018) en su proyecto de alimentación mixta en cuyes con administración de alfalfa y concentrado comercial en pellets, el promedio de ganancia de peso vivo obtenido es de 364 g en un periodo de 28 días de experimentación y en comparación al mejor promedio obtenido de 356.67 g que corresponde a T-3, habiendo una diferencia mínima de 7.33 g en el mismo periodo y una alimentación solo a base de concentrado.

El consumo de alimento es otro indicador de vital importancia en cuanto a la aceptabilidad del alimento ofrecido al animal, Salcedo (2017) tras la

administración de alimento balanceado con inclusión de alfalfa en cuyes, obtuvo resultados; con inclusión de harina de alfalfa el valor de 52.4 g/día; alimentación testigo, 51.2 g/día; inclusión de harina de alfalfa y sangre bobina, 49.4 g/día e inclusión de sangre bobina ,49.2 g/día. Afirmando que el alimento balanceado al que se adiciona más cantidad de subproductos no siempre obtiene el mejor consumo de alimento, mostrando el mismo efecto en T-3 que corresponde al mejor promedio de consumo, formulado con adición de 10% de subproductos de la quinua con 52 g, por encima al tratamiento comercial (testigo) con 46.4 g como se muestra en la Tabla 05, por lo que su empleo es el más adecuado.

**Figura 5**

*Indicadores para la determinación de la formulación adecuada.*



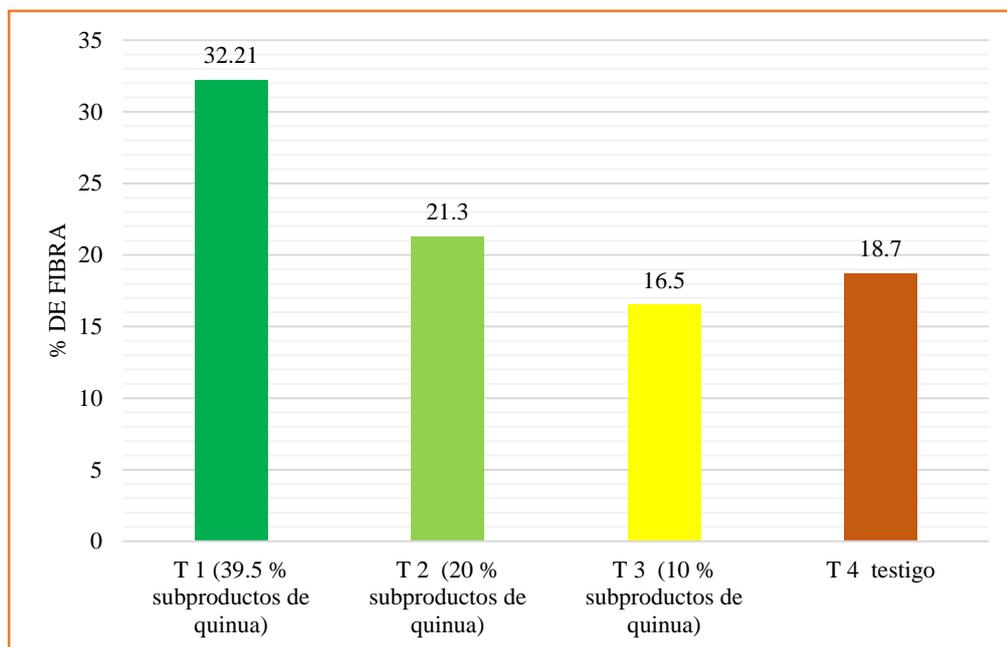
## 4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE FIBRA Y PROTEÍNA EN PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA.

### 4.2.1. Determinación del porcentaje de fibra cruda.

El porcentaje de fibra cruda se muestra en la Figura 6.

**Figura 6**

*Porcentaje de Fibra cruda en los pellets con subproductos de quinua.*



De la Figura 6, el mayor promedio de % de fibra es 32.21 % correspondiente a T- 1, seguido de T-2 con 21.3%, T-4 con 18.7% y T-3 con 16.5%.

Del Anexo IV del análisis de varianza, el valor P para el factor tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos o formulaciones respecto al contenido de fibra. Indicando que el % de fibra es influida directamente por el alimento

balanceado formulado. El coeficiente de variación es de 0.1 %, lo que indica la confiabilidad del diseño.

**Tabla 14**

*Prueba de rango múltiple Tukey de % de Fibra.*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
1	3	32.21 ±0.026	A
2	3	21.28 ±0.025	B
4	3	18.73 ±0.025	C
3	3	16.52 ±0.020	D

De la Tabla 14, en la prueba de rango múltiple de Tukey para el % de fibra, indica que los cuatro tratamientos son significativamente diferentes.

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por el Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos [LENA] (2019) en su investigación con alimentos balanceados con adición de forraje de alfalfa obtuvo 10.10 %, 10.30%, 9.98% y 10.08% de fibra cruda en sus distintos niveles de adición, esto debido a que el forraje de alfalfa tiene una composición de fibra menor con respecto a los subproductos de la quinua que posee 42.90 % en total de materia seca. Por lo que un aporte bajo en fibra disminuye la velocidad de tránsito, lo que puede ocasionar estreñimientos en el animal experimental como menciona (Bosse, 2018) “el % de fibra respecto a la ingesta, tiene bastante influencia en la velocidad de tránsito intestinal y rol en el sustrato en el microbiota del intestino ciego”.

Al respecto del correcto nivel de fibra cruda, la National Research Council (1995) estima que las dietas para cuyes en la etapa de crecimiento deben contener 15% de fibra y al contrastar T-3 con un valor de 16.52%, resulta el tratamiento

que más se aproxima al requerimiento propuesto, como también se puede observar una diferencia de 1.52 %, si bien no existe una diferencia significativa, existe un fallo de arreglo en la formulación para que el % de fibra sea el óptimo. Porque a una cantidad mayor de fibra, influencia a una deficiente ganancia de peso vivo (Cámara et al ,2014) y cuyes alimentados con dietas con alto contenido de fibra muestran menores rendimientos de carcasa debido a un mayor desarrollo del tracto digestivo (García et al., 2006).

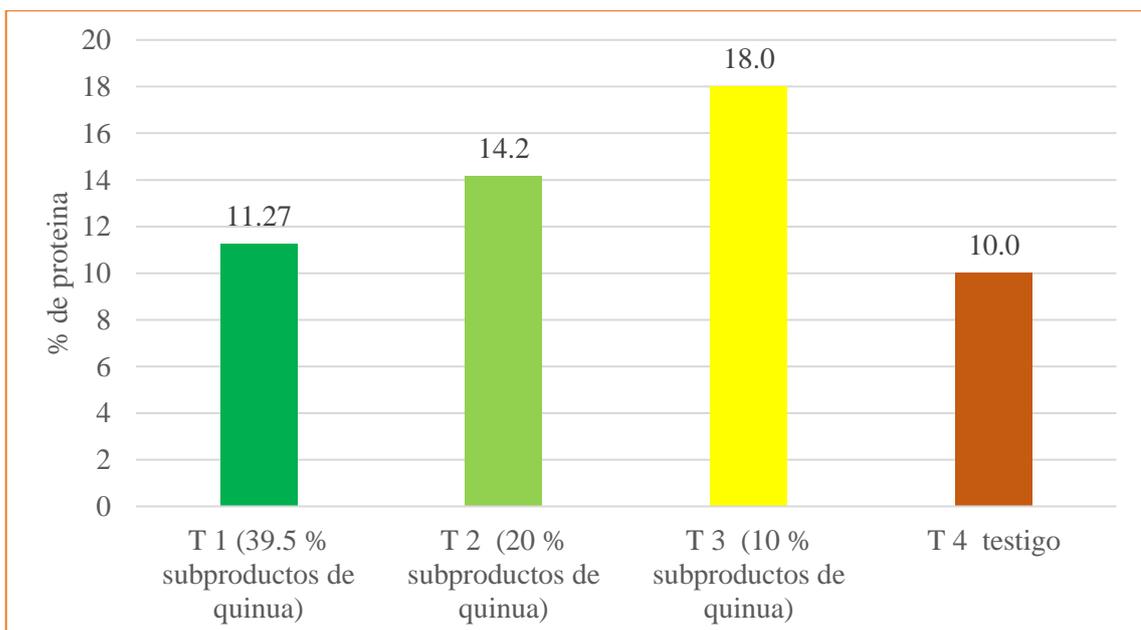
Vergara (2008) en su investigación avances en la nutrición de cuyes, estima el % de fibra óptimo 8-12%, en la etapa de crecimiento -acabado y lo que cabe indicar que se puede optimizar aún más el contenido de fibra, incrementando alimentos ricos en carbohidratos y proteína.

#### 4.2.2. Determinación del porcentaje de proteína.

El % Proteína se muestra en la Figura 7.

**Figura 7**

*Porcentaje de proteína en pellets con subproductos de la quinua.*



En la Figura 7, el mayor promedio de % de proteína corresponde a T- 3 con 18.0, seguido del T-2 con 14.2% de proteína. El menor promedio de % de proteína es correspondiente al tratamiento 4 (testigo) con 10.0.

Del Anexo V, en el análisis de varianza se observa que el valor P para el factor Tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos administrados a los cuyes. Indicando que el % proteína es influido directamente por el alimento balanceado compuesto. El coeficiente de variación es de 0.3 % lo que indica la confiabilidad del diseño.

**Tabla 15**

*Prueba de rango múltiple Tukey de % de Proteína.*

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>		<b>Agrupación</b>
3	3	18.01	$\pm 0.12$	A
2	3	14.16	$\pm 0.12$	B
1	3	11.27	$\pm 0.12$	C
4	3	10.03	$\pm 0.31$	D

De la Tabla 15, en la prueba de rango múltiple de Tukey para el % de fibra, indica que los cuatro tratamientos son significativamente diferentes.

Tarrillo y otros (2018), complementan a favor, en su investigación de adición del 50% alimento balanceado a la dieta original de alfalfa en la etapa de crecimiento-engorde obtuvieron 18% de proteína de aporte en su concentrado balanceado, resultado similar al obtenido por T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de la quinua. Afirmando que tanto la fuente de proteína del



forraje de alfalfa y los subproductos de quinua son similares con 5.9% de proteína, siendo reaprovecharle en la adición en alimentos balanceados. (Vergara, 2008) corrobora e indica que el valor promedio de requerimiento nutricional de % proteína en el alimento balanceado es de 18% en la etapa de crecimiento en cuyes. Si bien la etapa de crecimiento al que se refiere (Vergara, 2008) dura 35 días, 7 días de diferencia al experimentado, posee el 18% de proteína.

Al respecto pilco (2022) obtiene resultados muy inferiores al administrar harina de cebada en cuyes de altura, con un valor de 14.62, muy por debajo del requerimiento según la National Research Council (1995), ante ello se deben agregar fuentes en proteínas como; harina de pescado, torta de soya. Si bien los subproductos de quinua contienen 7.53 % (broza) y 10.7 (jipi) % de proteína están por encima de insumos como el heno de avena que contiene 5.30% y maíz amarillo con 9.42% como se muestra en el Anexo XI.

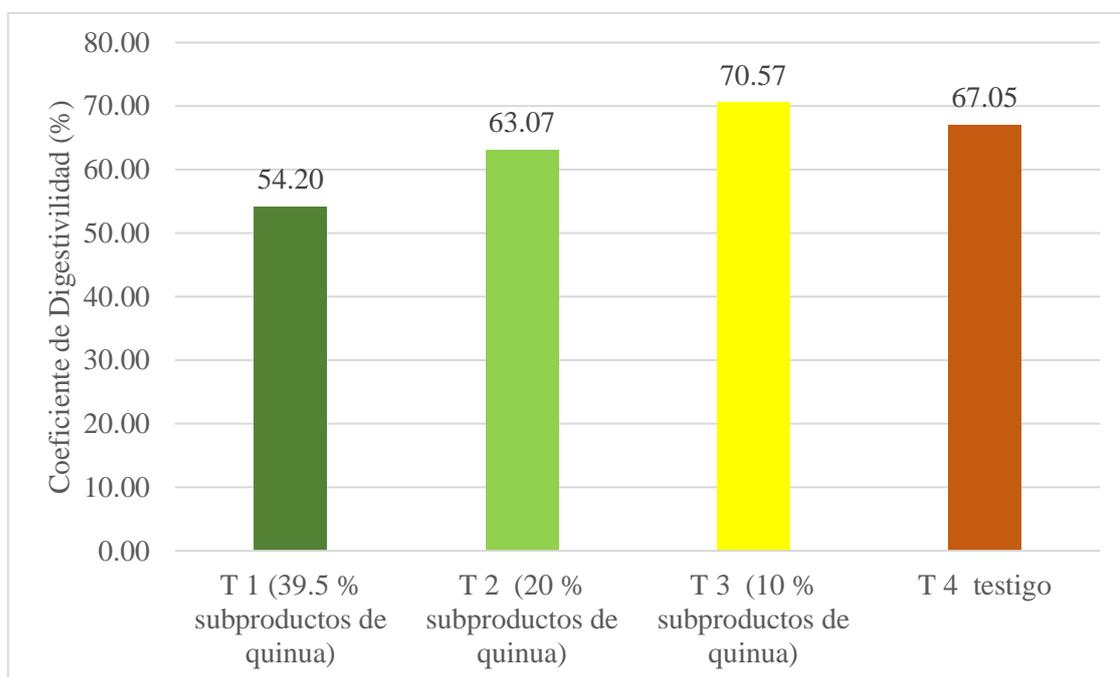
### 4.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE IN VIVO EN CUYES

#### 4.3.1. Coeficiente de digestibilidad aparente.

El coeficiente de digestibilidad aparente se muestra en la Figura 8.

**Figura 8**

*Determinación de coeficiente aparente de digestibilidad*



De la Figura 8, el mayor promedio de coeficiente de digestibilidad aparente corresponde a T- 3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua con 70.57%, seguido de T-4 (testigo) con 67.05 %, el menor promedio de coeficiente de digestibilidad es correspondiente a T- 1 formulado con 39.5% de adición de subproductos de la quinua con un valor de 54.20.

Del Anexo VI, en el análisis de varianza se observa que el valor P para el factor Tratamiento es ( $P < 0.05$ ), por lo que se interpreta que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos administrados a los cuyes. Lo cual

indica que el coeficiente de digestibilidad aparente es influido directamente por el tipo de alimento balanceado que es administrado los animales experimentales.

**Tabla 16**

*Prueba de rango múltiple Tukey de coeficiente de digestibilidad aparente.*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	3	70.57 ±2.31	A
4	3	67.05 ±0.56	A B
2	3	63.07 ±2.09	B
1	3	57.79 ±1.56	C

De la Tabla 16, en la prueba de rango múltiple de Tukey para el coeficiente de digestibilidad aparente, indica que T-3 formulado con 10% de adición de subproductos de quinua es significativamente diferente de T-1 Formulado con 39.5% de adición de subproductos de la quinua.

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Jara (2017) que en su investigación para determinar el valor nutricional de la broza de quinua en cuyes, obtiene valores de coeficiente de digestibilidad aparente, siendo mayor T-0 (dieta basal + sin agregado de broza) con 72.3 % y el T- 1 (10 % de adición de broza) con 70.6 % en comparación con 68.5 % y 66.2 % de los T- 2 (20 % de adición de broza) y T-3 (30% de adición de broza), respectivamente; esto debido a los niveles de inclusión de fibra de la broza de quinua de las diferentes tratamientos, lo que implica que a mayores porcentajes de inclusión de broza de quinua (20 y 30 %) tienen una menor digestibilidad corroborado por McDonal *et al* (2013), citado por Jara (2017) quienes menciona que la digestibilidad de los alimentos guarda estrecha relación con la composición química sobre todo la fracción fibra de los alimentos que es la que más afecta a su digestibilidad, siendo importante tanto la cantidad y calidad de la fibra.



Así también los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Sihuacollo (2013) que experimentando con una ración concentrada de afrechillo de quinua y heno de avena en pellets, obtuvo el coeficiente de digestibilidad aparente, mostrando las mejores respuestas de digestibilidad en T-5 (inclusión de 80.5% de afrecho de quinua) con 73.53%, seguidos T-6 (37.8 % de inclusión de afrecho de quinua) con 70.51% y el más inferior T-2 (80.5% de inclusión de afrecho de quinua) con 64.45%. en cuyes hembras y machos de la línea inti, observando una diferencia no tan significativa que se puede deber a varios factores como la raza, clima y condiciones de crianza, (Chauca,2001,citado por Cruz,2018) afirma que “ la línea inti, es de mayor adaptación a nivel de productores de cuyes, también posee muy buena prolificidad y un desarrollo precoz” es más desarrollado que el cuy de línea andina A-1, a esto se debería un mayor promedio de digestibilidad. Al respecto Mamani (2017) en su investigación de broza de cañihua en cuyes, obtuvo coeficientes de digestibilidad aparente muy inferiores a los resultados obtenidos, para R-2 (+2%pecutrin) un valor de 60.94 %, R-1 (+1% de pecutrin) 60.78%, R-3(+3%) 60.34% y R-0 (testigo) 59.42%, obserbando una diferencia significativa que se debe a la cantidad de fibra que contiene el alimento. Mamani (2017) menciona que la broza de cañihua posee 24.87% de fibra cruda y al ser administrada directamente al animal genera una baja digestibilidad con lo que se recomienda que sea utilizado como subproducto y adicionado en alimentos balanceados que se ajustan mas a los requerimientos nutricionales. Asi mismo se puede afirmar que los subproductos de quinua al poseer 42.97 % como se muestra en la Tabla 1, obtuvieron una digestibilidad mayor a 70% en una adición al 10% en pellets, debido a que se formularon y cada insumo aporta los nutrientes necesarios para cubrir los requerimientos nutricionales del cuy. Tambien cabe

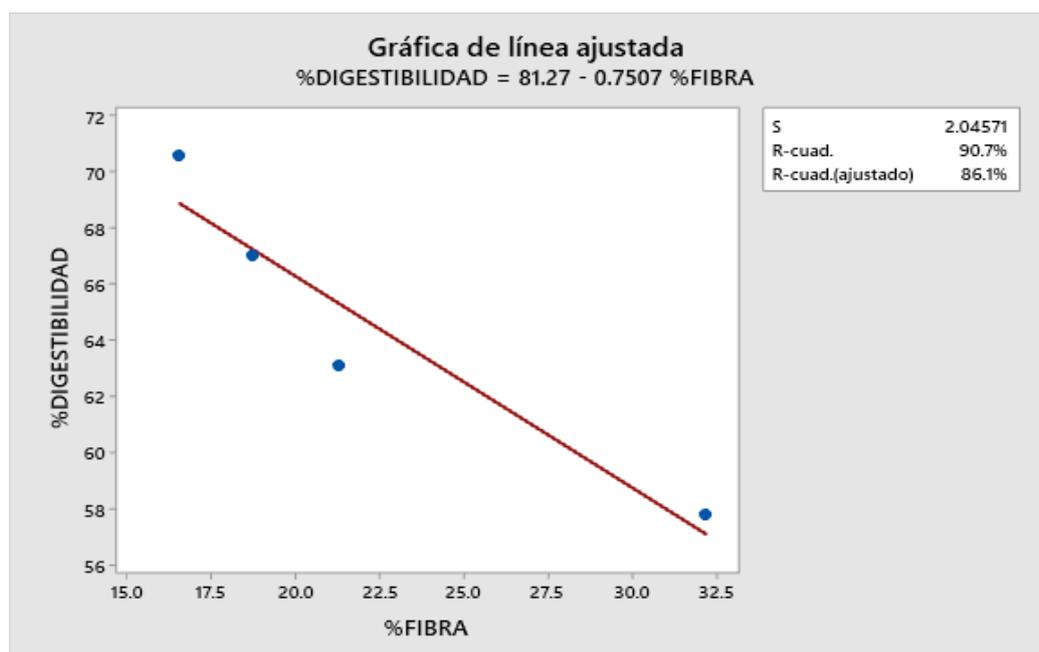
mencionar que la sales minerales denominadas pecutrin o rocsalfos , cubren los requerimientos de calcio, fosforo y sodio e influye en la digestion como lo afirma Cahuana (2015)” son componentes importantes sobre todo en la etapa de crecimiento, los minerales requeridos como el calcio, fosforo y ayuda en la digestión de las proteínas en el estómago”.

#### 4.3.2. Comportamiento de % de fibra en la digestibilidad

Para ver el comportamiento de % fibra en la digestibilidad se evaluó mediante regresión % fibra vs coeficiente de digestibilidad aparente como se muestra en el Anexo VII, donde el valor ( $P < 0.05$ ) nos indica que existe una diferencia estadística significativa. Afirmando que la digestibilidad es influenciada por el % de fibra contenido en la composición de pellets con subproductos de quinua. En la Figura 9 se muestra una gráfica de regresión ajustada.

#### Figura 9

*Regresión simple de % digestibilidad vs % de fibra*





En la Figura 9, se observa el siguiente comportamiento; a mayor % de fibra en la composición del alimento balanceado, es más deficiente el coeficiente de digestibilidad, esto se cumple en los 4 tratamientos evaluados, sin embargo, existe un límite inferior de % de fibra menor a 15 % la cual obtendrá una digestibilidad más deficiente en el animal generando problemas en la digestión. Evaluando la regresión se afirma que el intervalo de la relación fibra vs digestibilidad cumple desde (15%-32%) de contenido de fibra. Al respecto la fibra influencia en la digestibilidad, tanto en la velocidad de tránsito, y rol como sustrato del microbiota del intestino ciego del cuy como lo corrobora (Bosse, 2018) “un alimento balanceado con la cantidad de fibra correcta, logrará una óptima digestión, un exceso de fibra es dañina en el animal”. Así mismo McDonald *et al* (2013), citado por Jara (2017) mencionan “que la digestibilidad de los alimentos guarda estrecha relación con la composición química sobre todo la fracción fibra de los alimentos que es la que más afecta a su digestibilidad”.



## V. CONCLUSIONES

- El tratamiento 3 (formulado con 10% de adición de subproductos de quinua) resultó la formulación adecuada según los indicadores, obteniendo el mayor promedio en consumo de alimento con  $52.0 \pm 2.75$  g/día, mejor conversión alimenticia de  $3.8 \pm 0.25$  kg/animal experimental y mayor ganancia de peso vivo en el periodo de experimentación de 28 días con  $356,7 \pm 3.21$  kg, generando una mejor aceptabilidad de alimento, aprovechamiento de nutrientes y ganancia de masa muscular en los cuyes, debido a una buena fuente de proteína y correcto nivel de fibra suministrada en los pellets.
- El mayor promedio de porcentaje de proteína corresponde a T-3 (formulado con 10% de adición de subproductos de quinua) con  $18.01 \pm 0.12$  %, seguido de T-2 con  $14.16 \pm 0.12$  % de proteína y el menor promedio corresponde a T-4 (testigo) con  $10.03 \pm 0.31$  %, donde los subproductos de quinua tienen un aporte regular de 10.7 %, no es tan elevada a la esperado, pero su reaprovechamiento es una buena alternativa al contener mayor % de proteína que el maíz amarillo y otros forrajes. Así mismo para el porcentaje de fibra, T-1 obtuvo  $32.21 \pm 0.02$  %, seguido de T-2 con  $21.28 \pm 0.02$  %, el menor promedio corresponde a T-3(formulado con 10% de adición de subproductos de quinua) con  $16.52 \pm 0.02$ %, el más indicado, estando dentro parámetros óptimos, generando un mejor tránsito intestinal y absorción de nutrientes en los cuyes.
- El mayor coeficiente de digestibilidad aparente lo obtuvo T-3 (formulado con 10% de adición de subproductos de quinua) con un valor de  $70.57 \pm 2.31$  %, seguido de T-4 (testigo) con  $67.05 \pm 0.56$  % y el menor promedio corresponde a T-1 con  $54.20 \pm 1.56$  %, T-3 logra un 70.57 % de digestión, generando un buen aprovechamiento de



nutrientes. También se demuestra una proporción inversa de digestibilidad aparente siendo influenciado significativamente por la composición de fibra dentro del intervalo de 15% a 32%, afirmando que a una menor cantidad de fibra será mayor el coeficiente de digestibilidad aparente.

- Los pellets con adición al 10% de subproductos de quinua son una buena fuente fibra y proteína influenciado a una mejor digestibilidad en el cuy.



## VI. RECOMENDACIONES

- Elaborar pellets con subproductos de diferentes variedades de quinua para indicar cuál de ellos es la que contiene más fuente de proteína y fibra.
- Evaluar la digestibilidad aparente en la etapa de acabado tanto para cuyes machos y hembras.
- Realizar el desaponificado de subproductos de quinua, suministrándolos en forma de pellets a los cuyes y determinar su influencia en la digestibilidad, consumo de alimento y conversión alimenticia.
- Realizar una prueba de rentabilidad mediante el costo/beneficio de los pellets con subproductos de la quinua.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza. (2017). *Efecto de la adición de jipi de quinua (chenopodium quinoa w.) en la alimentación de cuyes mejorados (cavia porcellus), en la etapa de acabado*. Universidad mayor de San Andres, La Paz, Bolivia.
- Bosse, A. (2018). *La fibra en la nutrición Animal*. Erling.
- Cahuana, F. (2015). *Digestibilidad aparente de los macronutrientes de alimentos comerciales para truchas arco iris en la etapa de engorde*. Universidad Nacional del Atiplano, Puno.
- Cardona, J., Portillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellaneda, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Importancia de la alimentacion en el sistema productivo del cuy*. Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria (Agrosavia), Mosquera, Colombia.
- Carrasco, C., Cuno, D., Carlqvist, k., Galbe, M., Liden, G., & delby, J. (2014). *SO<sub>2</sub>-catalysed steam pretreatment of quinoa stalks*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology.
- Castillo, M. (2022). *Parametros productivos de cuyes (cavia porcellus L.) alimentados con residuos de cosecho de quinua (chenopodium quioa W.),forraje verde hidropónico,heno de avena y concentrado*. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica., Puno, Perú.
- Castro. (2015). Evaluación de 3 niveles de desecho de quinua (chenopodium quinoa) en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes (cantil porte/bis). *Revista Ciencia & Desarrollo*, 2.
- Catañon , V., & Rivera, W. (2005). *Apuntes de la nutrición animal*. La Paz, Bolivia.
- Chachapoyas, D. (2017). *Producción de Alimentos Blanaceado en una Planta Procesadora en el Canton Cevallos*. Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.



- Chauca, F. (2001). *Producción de cuyes (Cavia porcellus L.). Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.*
- Condori, D. (2016). *Raciones de henolajes de avena,alfalfa y retamilla (cytissus canariensis L) en el engorde de cuyes machos (cavia porcellus L).* Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Condori, D. (2018). *Raciones de henolajes de avena,alfalfa y retamilla (cytissus canariensis L.) en el engorde de cuyes machos (cavia porcellus L.).* Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Condori, D. (2018). *Raciones de henolajes de avena,alfalfa y retamilla (cytissus canariensis ) en el engorde de cuyes machos (cavia porcellus L).* Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica., Puno, Peru.
- Cruz, V. (2018). *Utilización de cuatro raciones en el crecimiento y engorde de cuyes raza Mi Peru y criollo mejorado Arequipeño (cavia Porcellus) en base a concentrado comercial y alfalfa en el distrito de paucarpata -Arequipa.* Universidad Nacional de San Agustín Arequipa-Faculta de Agronomía, Arequipa.
- FAO. (2011). *Quinoa. An ancient crop to contribute to world food security. Regional office for Latin America and the Caribbean.*
- Huayhua, E., Vergara, L., chauca, F., Remigio, E (2008). *Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigold (Tangetes erecta) y subproducto de trigo (triticum sativum) por calorimetria en el cuy (Cavia porcellus) mejorado .*
- Jara, A. (2017). *Valor nutricional de la broza de quinua (K'iri) en cuyes.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Jimenez, J. (2016). *Evaluación in vivo de la conversión alimenticia en la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (cavia porcellus).* Obtenido de <http://repositorio.unajma.edu.pe>



- Lena. (2019). *Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos. Energía digestible de alimento balanceado con y sin inclusión de forraje verde respectivamente*. Lima.
- León, J. (2003). *Cultivo de quinua y descripción, manejo y producción en la región Puno*. Puno.
- Llanos, S. (2021). *Calidad física - química y sanitaria de granos de quinua (chenopodium quinoa willd.) destinados a la comercialización en tres cooperativas de la región puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Lopez, R. (2019). *Identificación de microorganismos asociados a la mejora de digestión y absorción de nutrientes con impacto en el peso y salud de cuyes mediante la metagenómica*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza UNTRM.
- Lozano, V. (2018). *Formulación de alimento balanceado para ganado vacuno. Guía técnica*.
- Mamani, L. R. (2019). *Determinación de la ganancia de peso vivo y merito económico en el engorde de cuyes (cavia porcellus L) suplementado con forraje hidropónico (hordeum vulgare)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Mamani, N. (2017). *Digestibilidad in vivo de broza de cañihua con adición de pecutrin en cuyes(cavia porcellus)*. Universidad nacionales del Altiplano, Puno.
- Maza. (2020). *Extracción y caracterización fisicoquímica y tecnofuncional de carbohidratos tipo almidón de cinco variedades de quinua*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Mejia, S. (2021). *Composicion nutricional de residuos de cosecha de quinua*. Universidad de Cundinamarca, Fusagasuga, Colombia.
- Melrose, J., Perroy, Careas, S (2016). *Guía de Cultivo de La quinua*. Obtenido de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Meza, V. (2021). *Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la pepa y cascara de maracuya (Passiflora edulis) en cuyes (Cavia porcellus)*. Universidad Nacional Agraria -La molina, Lima, Perú.



- Mollisaca, P., & Flores, A. (2021). *Rendimiento y análisis bromatológico de subproductos de trilla de cuatro variedades de quinua*. La Paz, Bolivia.
- Morrison. (1980). *Alimentos y alimentación de ganado* (Vol. Tomo 5). Mexico: Editorial Hispano americana.
- Patricio, H. (2002). *Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural*. Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young. University Provo, Utah, USA.
- Pilco, E. (2022). *Valor nutricional y estimación de energía de la harina de cebada*. Universidad Nacional del Altiplano ,Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puno, Perú.
- Ponte, C. (2019). *Formulación y evaluación de un alimento balanceado a base de encilado de anchoveta para cuy*. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Preciado , A., & Ruiz, J. (2022). *Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria,un acercamiento a la economía circular*. Mexico.
- Puerta, L., Garcia, J., Parra, J., Pardo, S (2017). *Coeficiente de digestibilidad aparente de thithonia y cratilia argetea en chamaca blanca y efectos sobre vellocidades intestinales*. universidad nacional de Colombia, Medellin.
- Quispe, W. (2016). *Evaluación comparativa del contenido proteico,compuestos fenolicos y capacidad antioxidante de 2 variedades de quinua (chenopodium quinoa willd) orgnica y convencional*. Universidad Nacional de Altiplano, Puno.
- Rafer. (2009). Determinación del contenido de fibracruda AOAC 978.10 Fibra(Crudq) en piensos animales y alimentos para. *REG CE 152*.
- Romero, M. (2021). Caracterización agromorfologica de lineas autofecundadas S10 de quinua (Chenopodium quinoa Willd.), procedentes de cruza simples cercanas y distantes genéticamente en Potojani. *Tesis Para Optar el título de Ing. Agrónomo*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Roque, B. (2015). *Nutrición y alimentación animal consumo y digestibilidad*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional del Altiplano, Puno.



- Ross. (2015). *Mejorando la conversión alimenticia en pollos de engorde. Una guía para los productores*, Ross Broiler Handbook-Aviagen. Obtenido de Agroparlam: <http://www.agroparlam>
- Salazar, J. (2010). *Montaje y puesta en marcha de una planta de alimento*. (Proyecto de titulación de pregrado), Lima.
- Salcedo, W. (2017). *Evaluación de harina de sangre bobina y harina de alfalfa como fuente de proteína en la alimentación de cuyes(cavia porcellus)*. Universidad nacional del Altiplano.
- Salinas, A. (2017). Efecto de la inclusión de diferentes niveles de gluten de maíz sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. *Tesis del Programa Profesional. Medicina veterinaria y Zootecnia de la Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú*.
- Sanchez, T., Mendoza, G., Plata, F., Martinez, J., Villareal, E., & Barros, O. (2019). Crecimiento de cuyes con alimento para conejos y suplementación de vitamina c. *MZV cordova, 24(3), 2*.
- Sihuacollo , E. (2013). *Influencia de ración Balanceada en pellets sobre la ganancia de peso vivo en cuyes*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Tapia, M. (2018). *Los granos andinos, en la historia*. Universidad Global del Cusco ANPE, Perú. Obtenido de <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congresoquinua/ejes-tematicos/recursos-geneticos/los-granos-andinos-en-la-historiaperu.pdf>.
- Tarrillo, B., Mirez, K., Bernal, W (2018). Uso de alimento peletizado en crecimiento- engorde de cuyes mejorados(*cavia porcellus*) en chota. *Revista Ciencia Norandina, 1:2018, 2*.
- Ticona. (2015). *Alimentación mixta de cuyes*.
- Ticona, W. (2017). *Uso de los residuos de quinua (chanopodium quinoa willd) en la productividad y rentabilidad de cuyes (cavia porcellus L)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.



Vasques, D. (2012). *La introducción del concepto de subproducto como una de las principales novedades de la nueva ley 22/2011 de residuos*. Madrid: Uria Menendez.

Vergara, V. (2008). *Avances en nutrición y alimentación de cuyes*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.



## ANEXOS

### ANEXO I. Análisis de varianza de consumo de alimento.

Fuente		SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	51.15	17.050	6.11	0.018
Error	8	22.34	2.792		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>73.49</b>			

CV: 5.69%

### ANEXO II: Análisis de varianza de ganancia de peso vivo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	9256.3	3085.42	237.34	0.000
Error	8	104.0	13.00		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>9360.3</b>			

CV: 4.2%

### ANEXO III. Análisis de varianza de conversión Alimenticia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	2.2300	0.74334	33.81	0.000
Error	8	0.1759	0.02198		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>2.4059</b>			

CV: 0.49 %

### ANEXO IV: Análisis de determinación de porcentaje de fibra.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTOS	3	436.134	145.378	245709.26	0.000
Error	8	0.005	0.001		
Total	11	436.139			

CV: 0.005 %



**ANEXO V.** Análisis de varianza de porcentaje de proteína.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTOS	3	113.091	37.6970	1050.54	0.000
Error	8	0.287	0.0359		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>113.378</b>			

CV: 0.3%

**ANEXO VI.** Análisis de varianza de coeficiente aparente de digestibilidad.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTOS	3	430.83	143.610	40.89	0.000
Error	8	28.10	3.512		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>458.93</b>			

CV: 1.1 %

**ANEXO VII.** Regresión de porcentaje de fibra vs coeficiente de digestibilidad.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Regresión	1	81.9234	81.9234	19.58	0.047
Error	2	8.3698	4.1849		
Total	3	90.2933			

La desviación estándar es de 2.04571, la R-cuadrada es de 90.7%, dato que indica la confiabilidad de la regression



### ANEXO VIII. Porcentaje de Fibra de los pellets con subproductos de quinua

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	PROMEDIO
T 1 (Adición con 39.5% de SQ)	32.24	32.19	32.2	32.21
T 2 (Adición con 20% de SQ)	21.3	21.25	21.28	21.3
T 3(Adición con 10% de SQ)	16.52	16.5	16.54	16.5
T 4 (testigo)	18.75	18.7	18.73	18.7

### ANEXO IX. Porcentaje de proteína en pellets con subproductos de quinua.

Tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	PROMEDIO
T 1 (Adición con 39.5% de SQ)	11.34	11.13	11.34	11.27
T 2 (Adición con 20% de SQ)	14.23	14.23	14.02	14.2
T 3(Adición con 10% de SQ)	17.94	18.15	17.94	18.0
T 4 (testigo)	9.69	10.1	10.31	10.0

### ANEXO X. Coeficiente de digestibilidad de los pellets con subproducto de quinua.

Tratamiento	CUY 1	CUY 2	CUY 3	PROMEDIO
T 1 (Adición con 39.5% de SQ)	56.0	53.2	53.4	54.20
T 2 (Adición con 20% de SQ)	61.3	62.6	65.4	63.07
T 3(Adición con 10% de SQ)	71.6	67.9	72.1	70.57
T 4 (testigo)	67.6	67.1	66.5	67.05

**ANEXO XI.** Tabla nutricional de insumos (%)

Nutriente	Harina de subproducto de quinua	Harina de pescado	Torta de soya	Afrechillo de Trigo	Maiz amarillo	Heno de avena	Melaza	Sales minerales
<b>Proteina Total</b>	10.7	70.00	45.50	18.00	9.42	5.30	5.50	0.00
<b>Fibra Cruda</b>	42.90	1.00	3.30	14.00	7.50	27.50	0.10	0.00
Lisina		8.11	6.17	2.78	0.25	-	-	0.00
metionina		2.38	0.70	2.89	0.18	-	-	0.00
Arginina		4.10	1.92	9.00	0.39	-	--	0.00
Treonina		3.65	1.42	0.96	0.31	-	-	0.00
Triptófano		0.79	0.62	0.59	0.07	-	-	0.00
<b>Calcio</b>	-	-	0.30	0.05	0.60	0.26	9.20	18.50
<b>Fosforo</b>	-	-	0.64	0.43	0.27	0.28	0.70	15.06
<b>Sodio</b>	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	2.35

ANEXO XII. Formulación nutricional del tratamiento 1.

**T-2 (ADICIÓN DE 20% DE SUBPRODUCTOS DE LA QUINUA)**

	harina de subproducto de quinua	harina de pescado	Torta de soya	Afrechillo de Trigo amarillo	maiz alfalfa	heno de alfalfa	melaza	aceite de soya	Sal minerales	Sal yodada	vitamina C	APORTE
% EN MEZCLA	20.00%	7.00%	4.00%	20.00%	6.50%	33.28%	3.00%	4.00%	0.70%	1.50%	0.02%	100.00%
Proteína total	1.51	4.90	1.82	3.60	0.61	1.76	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	14.37
Fibra cruda	8.58	0.07	0.13	2.80	0.49	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.22
Lisina	0.00	0.57	0.25	0.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39
Metionina	0.00	0.17	0.03	0.58	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78
Arginina	0.00	0.29	0.08	1.80	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19
Treonina	0.00	0.26	0.06	0.19	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
Triptófano	0.00	0.06	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
Calcio	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.09	0.28	0.00	0.56	0.00	0.00	0.42
Fosforo	0.00	0.00	0.03	0.09	0.02	0.09	0.02	0.00	0.45	0.00	0.00	0.24
Sodio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.00	0.01

**ANEXO XIII.** Formulación nutricional del tratamiento 2.

**T-2 (ADICIÓN DE 20% DE SUBPRODUCTOS DE LA QUINUA)**

	harina de subproducto de quinua	harina de pescado	Torta de soja	Afrechillo de Trigo	maíz amarillo	heno de alfalfa	melaza	aceite de soya	Sal minerales	Sal yodada	vitamina C	APORTE
% EN MEZCLA	20.00%	7.00%	4.00%	20.00%	6.50%	33.28%	3.00%	4.00%	0.70%	1.50%	0.02%	100.00%
<b>Proteína total</b>	1.51	4.90	1.82	3.60	0.61	1.76	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	14.37
<b>Fibra cruda</b>	8.58	0.07	0.13	2.80	0.49	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.22
<b>Lisina</b>	0.00	0.57	0.25	0.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39
<b>Metionina</b>	0.00	0.17	0.03	0.58	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78
<b>Arginina</b>	0.00	0.29	0.08	1.80	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19
<b>Treonina</b>	0.00	0.26	0.06	0.19	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
<b>Triptófano</b>	0.00	0.06	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
<b>Calcio</b>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.09	0.28	0.00	0.56	0.00	0.00	0.42
<b>Fosforo</b>	0.00	0.00	0.03	0.09	0.02	0.09	0.02	0.00	0.45	0.00	0.00	0.24
<b>Sodio</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.00	0.01

ANEXO XIV. Formulación nutricional del tratamiento 3.

T-3 (ADICIÓN DE 10% SUBPRODUCTOS DE QUINUA)

	Harina de sub. de quinoa	Harina de pescado	Torta de soya	Afrechillo de Trigo	Maíz amarillo	Heno de avena	Melaza	Aceite de soya	Sales minerales	Sal yodada	Vitamina C	APORTE
% EN MEZCLA	10.00%	11.00%	3.50%	23.50%	15.60%	27.18%	3.00%	4.00%	0.70%	1.50%	0.02%	100.00%
<b>Proteína total</b>	0.75	7.70	1.59	4.23	1.47	1.44	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>18.68</b>
<b>Fibra cruda</b>	4.29	0.11	0.12	3.29	1.17	7.47	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>16.48</b>
<b>Lisina</b>	0.00	0.89	0.22	0.65	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>1.80</b>
<b>Metionina</b>	0.00	0.26	0.02	0.68	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.99</b>
<b>Arginina</b>	0.00	0.45	0.07	2.12	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>2.69</b>
<b>Treonina</b>	0.00	0.40	0.05	0.23	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.73</b>
<b>Triptófano</b>	0.00	0.09	0.02	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.26</b>
<b>Calcio</b>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.09	0.07	2.50	0.00	5.03	0.00	0.00	<b>2.69</b>
<b>Fosforo</b>	0.00	0.00	0.02	0.10	0.04	0.08	0.19	0.00	4.09	0.00	0.00	<b>0.43</b>
<b>Sodio</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.64	0.00	0.00	<b>0.07</b>

ANEXO XV. Formulación nutricional del tratamiento 4.

**T-4 (Testigo)**

	harina de quinoa	harina de pescado	torta de soya	Afrechillo de Trigo	maiz amarillo	heno de alfalfa	melaza	aceite de soya	Sal. yodada	Sal. minerales	vitamina C	APORTE
<b>% EN MEZCLA</b>	0.00%	3.50%	8.00%	13.40%	14.50%	51.38%	3.00%	4.00%	1.50%	0.70%	0.02%	100.00%
<b>Proteína total</b>	0.00	2.45	3.64	2.41	1.37	2.72	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>12.76</b>
<b>Fibra cruda</b>	0.00	0.04	0.26	1.88	1.09	14.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>17.40</b>
<b>Lisina</b>	0.00	0.28	0.49	0.37	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>1.19</b>
<b>Metionina</b>	0.00	0.08	0.06	0.39	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.55</b>
<b>Arginina</b>	0.00	0.14	0.15	1.21	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>1.56</b>
<b>Treonina</b>	0.00	0.13	0.11	0.13	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.41</b>
<b>Triptófano</b>	0.00	0.03	0.05	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.17</b>
<b>Calcio</b>	0.00	0.00	0.02	0.01	0.09	0.13	0.28	0.00	0.56	0.00	0.00	<b>0.53</b>
<b>Fosforo</b>	0.00	0.00	0.05	0.06	0.04	0.14	0.02	0.00	0.45	0.00	0.00	<b>0.31</b>
<b>Sodio</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.00	<b>0.01</b>

**ANEXO XVI.** Medición de ganancia de peso vivo de cuyes por semana.

DÍAS	T- 1 (Adición de 39.5% de SQ)			T-2 (Adición de 20% de SQ)			T-3 (Adición de 10% de SQ)			T- 4 (Testigo)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>0</b>	277	270	302	289	301	285	285	294	278	292	287	302
<b>7</b>	337	331	359	348	366	348	360	368	352	351	349	366
<b>14</b>	403	402	427	420	438	418	445	450	433	421	422	438
<b>21</b>	480	477	504	498	516	495	538	544	524	496	501	516
<b>28</b>	566	561	592	586	600	579	643	653	631	577	581	598

**ANEXO XVII.** Ganancia de peso vivo por (g/día).

GANANCIA DE PESO /DIA	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	TOTAL	PROMEDIO
<b>T 1</b> (Adición con 39.5% de SQ)	10.3	10.4	10.4	31.1	10.4
<b>T 2</b> (Adición con 20 % de SQ)	10.6	10.7	10.5	31.8	10.6
<b>T 3</b> (Adición con 10 % de SQ)	12.8	12.8	12.6	38.2	12.7
<b>T 4</b> (testigo)	10.2	10.5	10.6	31.3	10.4
<b>Promedio general</b>					11.0

**ANEXO XVIII.** Datos de Alimento aprovechado durante 7 días de evaluación de la digestibilidad.

FECHA	T- 1 (Adición de 39.5% de SQ)			T-2 (Adición de 20% de SQ)			T-3 (Adición de 10% de SQ)			T- 4 (Testigo)		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<b>06/11/2022</b>	52	52	52	57	58	58	45	43	46	48	51	46
<b>07/11/2022</b>	49	49	49	54	51	51	47	45	51	45	45	46
<b>08/11/2022</b>	46	51	51	50	46	46	47	49	52	46	45	47
<b>09/11/2022</b>	49	49	49	52	51	51	48	45	51	44	45	46
<b>10/11/2022</b>	51	51	51	56	50	50	51	46	52	48	45	51
<b>11/11/2022</b>	47	47	47	55	51	51	47	48	56	44	49	49
<b>12/11/2022</b>	49	49	49	53	51	51	50	45	51	46	45	43
<b>PROMEDIO</b>	<b>49.0</b>	<b>49.7</b>	<b>49.7</b>	<b>53.9</b>	<b>51.1</b>	<b>51.1</b>	<b>47.9</b>	<b>45.9</b>	<b>51.3</b>	<b>45.9</b>	<b>46.4</b>	<b>46.9</b>



**ANEXO XIX.** Datos de Alimento no aprovechado durante 7 días de evaluación de la digestibilidad.

	T- 1 (Adición de 39.5% de SQ)			T-2 (Adición de 20% de SQ)			T-3 (Adición de 10% de SQ)			T- 4 (Testigo)		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
06/11/2022	28	28	28	23	22	22	35	37	34	32	29	34
07/11/2022	31	31	31	26	29	29	33	35	29	36	35	34
08/11/2022	34	29	29	30	34	34	33	31	28	34	35	33
09/11/2022	31	31	31	28	29	29	32	35	29	36	35	34
10/11/2022	29	29	29	24	30	30	29	34	28	32	35	29
11/11/2022	33	33	33	25	29	29	33	32	24	36	31	31
12/11/2022	31	31	31	27	29	29	30	35	29	34	35	37
<b>PROMEDIO</b>	<b>31.0</b>	<b>30.3</b>	<b>30.3</b>	<b>26.1</b>	<b>28.9</b>	<b>28.9</b>	<b>32.1</b>	<b>34.1</b>	<b>28.7</b>	<b>34.3</b>	<b>33.6</b>	<b>33.1</b>

**ANEXO XX.** Datos de excreción fecal durante los 7 días de evaluación del coeficiente aparente de digestibilidad.

	T- 1 (Adición de 39.5% de SQ)			T-2 (Adición de 20% de SQ)			T-3 (Adición de 10% de SQ)			T- 4 (Testigo)		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
06/11/2022	20	23	24	26	26	14	13	13	12	14	13	16
07/11/2022	15	23	23	17	17	17	14	16	16	15	15	17
08/11/2022	18	24	24	18	18	18	13	13	12	15	13	15
09/11/2022	14	23	22	25	19	19	14	16	16	15	18	15
10/11/2022	15	23	23	17	17	19	14	16	16	15	15	17
11/11/2022	18	24	24	18	18	18	13	13	12	15	13	15
12/11/2022	14	23	22	25	19	19	14	16	16	15	20	15
<b>PROMEDIO</b>	<b>16.3</b>	<b>23.3</b>	<b>23.1</b>	<b>21.0</b>	<b>19.1</b>	<b>17.7</b>	<b>13.6</b>	<b>14.7</b>	<b>14.3</b>	<b>14.9</b>	<b>15.3</b>	<b>15.7</b>

## Anexo XXI. Análisis físico químico de pellets con subproductos de quinua.



**PERÚ**  
Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



**inia**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

**CERTIFICADO DE ANALISIS FISICO QUIMICO N° 001GONP/23**

SOLICITANTE : BACH. GUSTAVO OLGER NINA PACHACUTEC  
PROCEDENCIA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
FACULTAD DE CIECIAS AGRARIAS - UNAP  
TITULO DE PROYECTO : EVALUACION DE PELLETS DE SUBPRODUCTOS DE LA QUINUA  
(*Chinopodium quinoa*) COMO FUENTE DE FBRA Y PROYEINA EN LA  
DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*).  
PRODUCTO : ALIMENTO BALANCEADO PARA CUYES DE SUB  
PRODUCTO DE QUINUA  
ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO  
FECHA DE RECEPCION : 13-01-2023  
FECHA DE ENSAYO : 13-01-2023  
FECHA DE EMISION : 26-01-2023

**RESULTADOS:**  
De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

**DETERMINACIONES FISICO QUIMICAS:**

N° DE MUESTRA	CODIGO	% MATERIA SECA	% HUMEDAD	% GRASA	% PROTEINA	% FIBRA CRUDA
01	T-1 R1	94.15	5.85	13.30	11.34	32.24
	T-1 R2	94.15	5.85	13.21	11.13	32.19
	T-1 R3	94.15	5.85	14.05	11.34	32.20
02	T-2 R1	93.95	6.05	10.52	14.23	21.30
	T-2 R2	93.95	6.05	10.44	14.23	21.25
	T-2 R3	93.95	6.05	10.25	14.02	21.28
03	T-3 R1	93.59	6.41	14.36	17.94	16.52
	T-3 R2	93.59	6.41	14.38	18.15	16.50
	T-3 R3	93.59	6.41	14.41	17.94	16.54
04	T-4 R1	94.25	5.75	15.29	9.69	18.75
	T-4 R2	94.25	5.75	15.25	10.10	18.70
	T-4 R3	94.25	5.75	15.34	10.31	18.73

• Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, 26 de enero del 2023



ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALTIPLANO - PUNO

Ing. JORGE CAYUJA ROJAS  
Jefe Laboratorio Antinutrición  
SALCEDO

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno. Puno. Perú  
T: (051) 363-812



## Anexo XXII. Constancia de determinación de digestibilidad in vivo

### CONSTANCIA

Que el Bach. Gustavo Olger Nina Pachacutec, identificado con DNI:  
70366582, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha  
realizado el análisis de Determinación de digestibilidad in vivo en  
cuyes, en las instalaciones de bioterio de la Facultad de Medicina  
Veterinaria y Zootecnia

Se otorga la constancia al interesado, para fines que estime.

M<sup>te</sup> Sr. Diamante Samito Lopez  
DNI 40361303

## Anexo XXIII. Fotografías del proyecto

**Fig. 1.** Adquisición de cuyes línea andina



**Fig. 2.** Molido de subproductos de quinua



**Fig. 3.** Proceso de mezclado de insumos



**Fig. 4.** Pelletizado de alimento balanceado



**Fig. 5.** Pellets con subproductos de la quinua



**Fig. 6.** Bioterio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Puno



**Fig. 7.** Jaulas de digestibilidad



**Fig. 8.** Determinación de digestibilidad



**Fig. 9.** Pesaje de raciones diarias de pellets.



**Fig. 10.** Determinación proteína por método Kjeldahl.



**Fig. 11.** Obtención de cenizas en mufla.





### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Gustavo Olger Nino Pachacolec  
identificado con DNI 70366532 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agroindustrial

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"EVALUACIÓN DE PELLETS CON SUBPRODUCTOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)  
COMO FUENTE DE FIBRA Y PROTEÍNA EN LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE CUYES (*Cavia porcellus*)"  
Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 16 de noviembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Gustavo Olger Nina Pachacutec  
identificado con DNI 70366582 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Ingeniería Agroindustrial

, informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado  
 Título Profesional denominado:

"EVALUACIÓN DE DELETS CON SUBPRODUCTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd.*)  
COMO FUENTE DE FIBRA Y PROTEÍNA EN LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE CUNES (*Cavia porcellus*).

"Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 16 de noviembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella