

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

**USO DE RESIDUOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) EN LA
PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DE CUYES (*Cavia porcellus* L.)**

PRESENTADA POR:

WILEBALDO BLAIR TICONA ADUVIRI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIA ANIMAL

MENCION EN PRODUCCION ANIMAL

PUNO, PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

TESIS

USO DE RESIDUOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa W.*) EN LA
PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DE CUYES (*Cavia porcellus L.*)

PRESENTADA POR:

WILEBALDO BLAIR TICONA ADUVIRI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIA ANIMAL

MENCIÓN EN PRODUCCIÓN ANIMAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



Ph.D. JOSÉ LUIS BAUTISTA PAMPA

PRIMER MIEMBRO



Dr. JULIO MÁLAGA APAZA

SEGUNDO MIEMBRO



Mg. Sc. URI HAROLD PÉREZ GUERRA

ASESOR DE TESIS



Ph.D. BERNARDO ROQUE HUANCA

Puno, 02 de Febrero de 2017

ÁREA: Producción animal

TEMA: Alimentación con residuos de quinua en la productividad y rentabilidad de cuyes

LÍNEA: Nutrición y alimentación

DEDICATORIA

A Dios, por inmenso amor e infinita misericordia, su bondad y bendiciones, quien me da la sabiduría y la inteligencia para desarrollar con éxito mis estudios profesionales.

A mi padre y mi madre, que con todo su amor y cariño y como señal de gratitud por un espíritu de ayuda y abnegación han hecho de mí una personas de bien y dispuestas a luchar para conseguir nuestros ideales, por todos esos valiosos consejos y el apoyo incondicional que me han brindado y sobre todo agradecidos por iniciarme en una nueva etapa de la vida.

A mi hermano, Abog. Walter, ejemplo de esfuerzo, por brindarme su tiempo y ayudarme en el desarrollo de este proyecto de investigación con sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros agradecimientos a:

Agradezco a Dios por darme la vida, la salud, la sabiduría y las fuerzas para poder culminar mis estudios de maestría y por la fortaleza para poder enfrentar cada día de mi vida y a él le debo todo lo que soy.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Post grado, Maestría en Ciencia Animal, Mención Producción Animal, por acogerme como Estudiante de esta prestigiosa casa superior de estudios.

A los docentes de la Maestría en Ciencia Animal con Mención en Producción Animal, por sus conocimientos, valores, enseñanzas, por compartir su experiencia.

Al Ph. D. Bernardo ROQUE HUANCA, asesor de este proyecto de investigación, por su apoyo y dirección en todo el proceso de la investigación y de la misma manera al MS.c. Ing Edwin PALZA que con su asesoría a dado realce al trabajo de investigación en la parte estadística, al Dr. Faustino JAHUIRA por su apoyo brindado en las características organoléptica.

Al Ing. Mateo TICONA CUSACANI y a su digna familia, por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto investigativo en su empresa GRANJA CAVICULTURA "COLLAI CUY" E.I.R.L., brindándome toda su ayuda, conocimientos, experiencia y confianza durante las diferentes etapas del proyecto.

A la señora Yudith, Secretaria de la Maestría en Ciencia Animal por su apoyo. A mi padre, mi madre y mi hermano, por haberme infundido valores, aliento y apoyo para construir un futuro mejor.

A mis amigos (as), compañeros de la maestría, gracias por su generosa amistad por el apoyo moral y por los momentos de estudios y alegrías compartidos.

Wilebaldo Blair TICONA ADUVIRI

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivo Especifico	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 QUINUA.	7

2.1.1. Importancia	7
2.1.2. Zonas de cultivo de la quinua	9
2.1.3. Tallos	9
2.1.4. Cosecha y post-cosecha	10
a. Siega	10
b. Emparve	11
c. Trilla	12
d. Venteo y Limpieza	12
2.2. CUYES	13
2.2.1. Generalidades	13
2.2.2. Población y producción nacional	14
2.2.3. Clasificación taxonómica del cuy.	15
2.2.4. Anatomía y fisiología digestiva en el cuy.	15
2.2.5. Aspectos fisiológicos de la digestión	18
2.2.6. Equilibrio en la fauna intestinal	20
2.2.7. Implantación de la fauna intestinal	21
2.2.8. Alimentación y engorde	23
2.2.9. Requerimientos nutricionales del cuy	26
2.3. DIGESTIBILIDAD	35
2.3.1. Concepto	35
2.3.2. Tipos de digestibilidad	37
2.3.3. Expresión de la digestibilidad	41

2.3.4. Factores que influyen en la digestibilidad	43
2.4. ORGANOLEPTICA	49
2.4.1. Concepto	49
2.4.2. Propiedades organolépticas de los alimentos	50
2.4.3. Tipos de análisis	51
2.4.4. La función parámetros básicos	52
A. Sabor.	52
B. Color.	53
C. Textura.	53
D. Aroma.	54
2.4.5. El papel de los catadores	54
2.5 RENTABILIDAD	55
2.5.1. Concepto	55
2.5.2. Costo y Beneficio	55
2.5.3. Interpretación de Resultados Beneficio Costo	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 LUGAR DE ESTUDIO	57
3.2 INSTALACIÓN	57
3.3. ALIMENTO	58
3.3.1. Composición Química	58

3.3.2. Dietas experimentales	59
3.4. MATERIALES Y EQUIPOS	60
3.4.1. Materiales e Instalaciones para la ganancia de peso y consumo	60
3.4.2. Materiales para la toma de muestra de heces	61
3.4.3. Equipos de materiales de laboratorio	61
3.4.4. Reactivos	62
3.4.5. Otros materiales	62
3.5. VARIABLES EVALUADAS	63
3.5.1. Consumo	63
3.5.2. Digestibilidad	64
3.5.3. Ganancia de Peso	73
3.5.4. Características Organolépticas de la carne de cuy	75
3.5.5. La rentabilidad en la crianza de cuyes	78
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 CONSUMO	80
4.2. DIGESTIBILIDAD	81
4.3. GANANCIA DE PESO	83
4.4. CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE CUY (DEGUSTACIÓN).	89

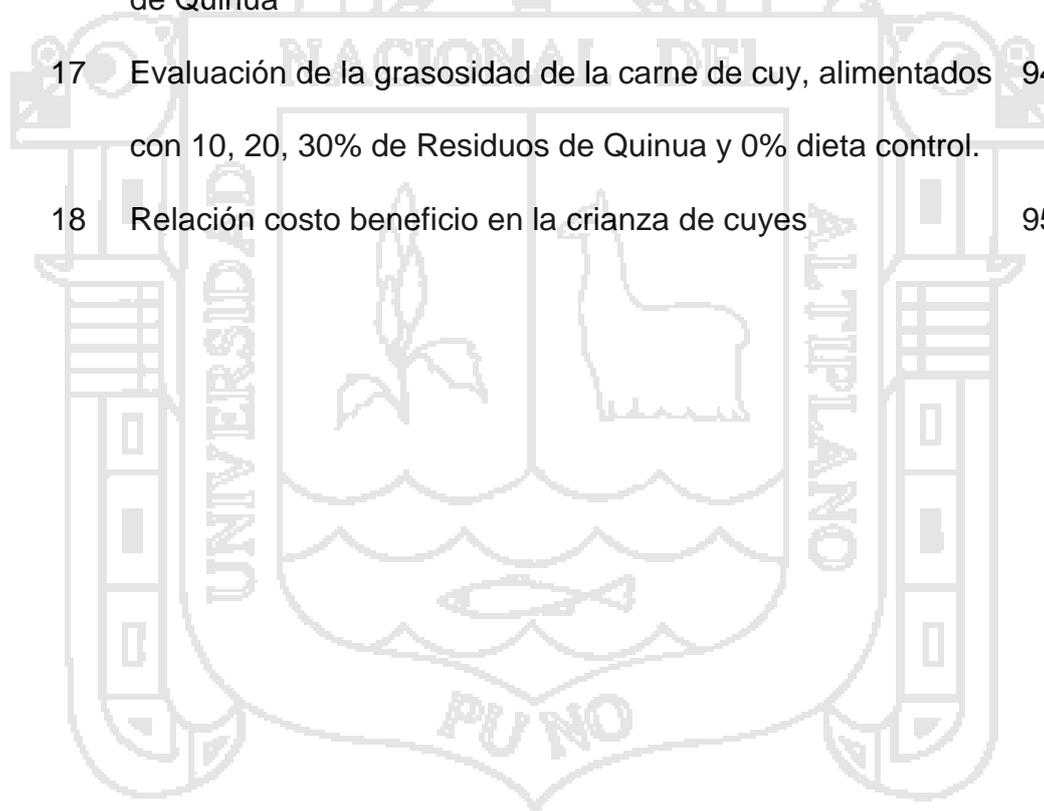
4.5. RENTABILIDAD	95
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	115



INDICE DE CUADROS

	Pág.
1 Análisis proximal de broza y jipi de quinua	10
2 Requerimientos nutricionales del cuy para la etapa de crecimiento y engorde	26
3 Alimentación a base de forraje	34
4 Alimentación a base de concentrado.	35
5 Composición química de los residuos de quinua "jipi".	59
6 Dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de residuos de quinua para la alimentación de cuyes.	60
7 Distribución de muestra de cuyes para el experimento de digestibilidad y valor energético de los residuos de quinua.	65
8 Distribución de muestra en cuadrado latino 4 x 4 x 4.	72
9 Distribución muestral de cuyes para el experimento de niveles de inclusión de los residuos de quinua.	74
10 Consumo total del uso de residuos de quinua en la dieta alimentaria de la crianza de cuyes.	80
11 Digestibilidad de materia seca de residuos de quinua en la dieta alimentaria de la crianza de cuyes.	82
12 Peso vivo inicial, final y ganancia de peso de los cuyes por efecto de la inclusión de residuos de quinua	84

- 13 Evaluación del olor de la carne de cuy, alimentados con 89
residuos de Quinoa al 10%, 20%, 30%, y el 0% sin residuos
de Quinoa
- 14 Evaluación del olor de la carne de cuy, alimentados con 91
residuos de Quinoa
- 15 Evaluación de la jugosidad de la carne de cuy, alimentados 92
con residuos de Quinoa
- 16 Evaluación de la textura de la carne de cuy alimentados con 93
el 10,20, 30% con residuos de Quinoa y el 0 % sin residuos
de Quinoa
- 17 Evaluación de la grasosidad de la carne de cuy, alimentados 94
con 10, 20, 30% de Residuos de Quinoa y 0% dieta control.
- 18 Relación costo beneficio en la crianza de cuyes 95



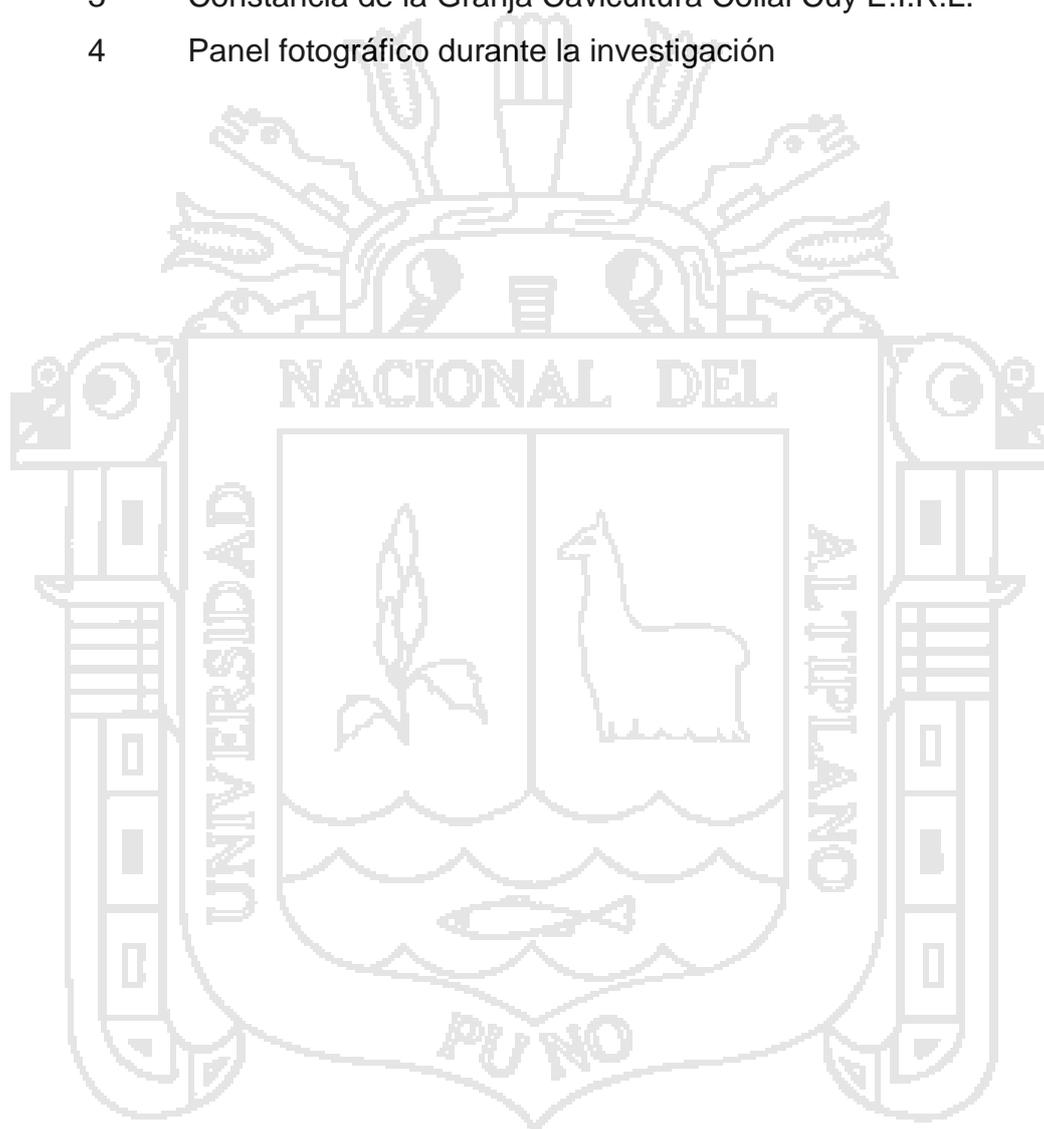
ÍNDICE DE FIGURAS

1	Diseño de las jaulas metabólicas de digestibilidad en cuyes	Pág. 66
---	---	------------



ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
1	Cuadros de comprobación para las variables consumo, digestibilidad, ganancia de peso, organoléptica y rentabilidad	116
2	Ficha de evaluación organoléptica	122
3	Constancia de la Granja Cavicultura Collai Cuy E.I.R.L.	124
4	Panel fotográfico durante la investigación	125



RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo el objetivo de evaluar el efecto del uso de residuos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la productividad y rentabilidad de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la granja "Collai Cuy" E.I.R.L. en la Comunidad de Challacollo, del distrito de Ácora, provincia y Dpto. de Puno, entre los meses de Setiembre a Diciembre del año 2014; se han establecido niveles de inclusión de residuos de Quinua (10, 20 y 30%), en contraste con una dieta control (0%) sin inclusión de residuos. Se utilizaron un total de 96 cuyes machos destetados de 21 días de edad, distribuidos en 4 tratamientos (dietas) y 6 pozas por tratamiento (réplicas), con 4 cuyes por poza, los cuales fueron acostumbrados a la dieta asignada durante 7 días. La información de las variables han sido analizados mediante el diseño completo al azar con sub unidades por tratamiento y comparación de medias mediante prueba de significación de Tukey ($\alpha=0.05$). El consumo fue de 3690 ± 6.8 , 3580 ± 5.5 , 3370 ± 5.2 y 2940 ± 9.8 g, para 20, 30, 10 y 0.0 % de residuos de quinua ($P \leq 0.05$). La digestibilidad en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua; en donde la ración que contiene 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de residuos de quinua resultaron 75.54 ± 2.85 , 73.86 ± 0.93 , 71.46 ± 1.53 y 71.20 ± 2.12 %, respectivamente ($P > 0.05$). La ganancia de peso vivo en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en un periodo de 77 días; fue de 490.6 ± 4.7 g con la ración que contiene 20 % de residuos de quinua comparado a los cuyes alimentados con 30, 10 y 0.0 % lograron alcanzar pesos 423.4 ± 2.6 g, 380.3 ± 2.9 y 375.7 ± 3.4 g, respectivamente ($P \leq 0.05$). Las características organolépticas de la carne de cuy; donde la dieta del 20% de residuos de Quinua tiene mayor aceptación de los comensales, a diferencia de los demás tratamientos; un olor promedio de 8.9 ± 1.08 , sabor un promedio de 8.45 ± 1.23 , jugosidad un promedio de 7.55 ± 1.19 , textura un promedio de 8.20 ± 1.36 y grasocidad un promedio de 8.15 ± 1.39 a diferencia de los demás tratamiento. La rentabilidad, fue positiva donde se obtuvo con el 20% de inclusión de residuos de Quinua en la dieta, con una rentabilidad de 92.82% y un beneficio/costo de 1.93, y nos permite recomendar el uso de este ingrediente al 20% en la elaboración del alimento balanceado.

Palabras clave: alimentación, consumo, cuyes, digestibilidad, ganancia, organoléptica, quinua,

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the use of quinoa residues (*Chenopodium quinoa* W.) on the productivity and profitability of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) "in the farm" Collai Cuy "E.I.R.L. In the Community of Challacollo, in the district of Ácora, province and Department of Puno, between the months of September and December of the year 2014; Quinoa residue inclusion levels (10, 20 and 30%) have been established in contrast to a control diet (0%) without inclusion of residues. A total of 96 weaned male guinea pigs of 21 days of age, distributed in 4 treatments (diets) and 6 pools per treatment (replicates) were used, with 4 guinea pigs per well, which were accustomed to the assigned diet for 7 days. Variable information was analyzed using the complete randomized design with subunits per treatment and means comparison using Tukey's significance test ($\alpha = 0.05$). The consumption was 3690 ± 6.8 , 3580 ± 5.5 , 3370 ± 5.2 and 2940 ± 9.8 g, for 20, 30, 10 and 0.0% of quinoa residues ($P \leq 0.05$). The digestibility in guinea pigs due to the use of residues of quinoa; ($P > 0.05$), where the ration containing 0%, 10%, 20% and 30% of quinoa residues resulted in 75.54 ± 2.85 , 73.86 ± 0.93 , 71.46 ± 1.53 and $71.20 \pm 2.12\%$, respectively. The gain of live weight in guinea pigs due to the use of residues of quinoa in a period of 77 days; Was of 490.6 ± 4.7 g with the ration containing 20% of quinoa residues compared to guinea pigs fed with 30, 10 and 0.0% were able to reach weights 423.4 ± 2.6 g, 380.3 ± 2.9 and 375.7 ± 3.4 g, respectively ($P \leq 0.05$). The organoleptic characteristics of guinea pig meat; Where the diet of 20% of Quinoa residue has greater acceptance of the diners, unlike the other treatments; An average odor of 8.9 ± 1.08 , an average flavor of 8.45 ± 1.23 , an average juiciness of 7.55 ± 1.19 , an average texture of 8.20 ± 1.36 and an average fatness of 8.15 ± 1.39 unlike the other treatment. The profitability was positive where it was obtained with the 20% inclusion of Quinoa residues in the diet, with a yield of 92.82 % and a profit / cost of 1.93, and allows us to recommend the use of this ingredient to 20% in the Elaboration of balanced food.

Keywords: feed, consumption, guinea pigs, digestibility, gain, organoleptic, quinoa.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus L.*) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Perú, Bolivia, Colombia, y Ecuador; este animal constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos y que además se ha convertido en las últimas décadas en una carne requerida tanto en el mercado nacional como en el internacional debido a su bajo nivel de grasas, además de su exquisito sabor.

En los países andinos existe una población estable de aproximadamente de 35 millones de cuyes, la distribución de la población de cuyes en el Perú es casi totalidad del territorio. Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, el 60% de nuestras familias de la sierra en el área rural están dedicados a la producción de especies menores, con el fin de obtener ingresos a corto plazo y sustentar las necesidades económicas, así mismo el 95% de productores conservan la crianza tradicional y un 5% llevan una crianza comercial-familiar con una adecuada tecnología; en el sector rural se observa que se está haciendo mal uso de los recursos naturales propios de la zona, con una condición climática variada, en conjunto muchos factores influyen en la producción de forraje donde cada vez es menor y con lleva a que el alimento para los animales sea escaso, por lo que hace necesario buscar alternativas en la alimentación para suplir las necesidades nutritivas de los animales.

Debido a que el manejo de la alimentación se ubica en el rango del 70 al 80 % de los costos de producción, es necesario resaltar su importancia durante la etapa de crecimiento y engorde de cuyes, buscando alternativas que permitan un eficiente desarrollo de estos animales, a fin de obtener excelentes

rendimientos. La utilización de desechos alimenticios que se desperdicia en las industrias en cantidades moderadas, pueden ser fuente de alimentación en diferentes especies animales por el valor nutritivo que estos poseen.



CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa W.*) es un grano andino muy apreciado en la alimentación humana debido a su alto valor nutricional que lo ubica como el grano más completo (Coulter and Lorenz, 1990; Vega-Gálvez *et al.*, 2010) y una alternativa para la seguridad alimentaria. La FAO ha declarado el año 2013 como el año internacional de la quinua, lo cual ha promocionado su cultivo y producción, insertado a los países andinos (principalmente Perú y Bolivia) en el mercado mundial (FAO, 2013).

La promoción de la producción de quinua está generando cantidades de residuos lignocelulósicos (broza, jipi y otros), los cuales, por su carácter fibroso (Carrasco *et al.*, 2014), tiene poco o ningún uso, quemándose para la elaboración de "Ilikta", un aditivo mineral elaborado de las cenizas de la broza consumido en el chacchado tradicional de la hoja de coca (*Erythroxylin coca*) (Hanna y Hornick, 1977), lo cual

constituye un desperdicio de energía vegetal que podría ser transformado en producto animal (carne o leche) para la alimentación humana.

Los estudios sobre el uso de residuos forrajeros en la alimentación de vacunos han reportado la inclusión de la broza de quinua en mezclas para la elaboración de concentrados fibrosos, con resultados positivos en vacunos de engorde o vacas lecheras (Roque et al., 2012); sin embargo, se tiene limitada información sobre el uso de los residuos de quinua en la alimentación de animales no rumiantes, tales como los herbívoros monogástricos.

Los residuos agrícolas constituyen interesantes alternativas en la alimentación de los animales herbívoros, sobre todo en los países en vías de desarrollo (Owen y Jayasuriya, 1989; Smil, 1999), haciendo posible el logro de producciones. Los residuos de quinua, dada su creciente disponibilidad, podrían convertirse en alternativas útiles en la alimentación de herbívoros para el sostenimiento de las producciones; sin embargo, la mayoría de veces es quemado y a veces ofrecido al ganado (Shams, 2011), faltando información para su uso.

El cuy (*Cavia porcellus L.*) es un animal herbívoro que, dada su alta fecundidad, flexibilidad a la dieta y adaptabilidad a un amplio rango de condiciones de alojamiento y manejo, representa una de las alternativas para la producción de carne y la seguridad alimentaria de los países en vías de desarrollo (Lammers et al., 2009); sin embargo, la poca disponibilidad de alimentos constituye la principal limitante en su crianza, sobre todo en época seca, dificultando los programas de saca y el

sostenimiento de las demandas de mercado, con efectos negativos sobre la economía de la producción.

Los ensayos piloto realizados a nivel de granja han mostrado que este recurso fibroso tiene aceptación por los cuyes, faltando investigar aspectos de composición, consumo, digestibilidad y rendimientos productivos y las características de la carne obtenida de cuyes alimentados con residuos quinua. El proyecto plantea investigar la posibilidad de uso de los residuos de quinua en dietas de cuyes en crecimiento y engorde, con perspectivas de generar tecnologías de procesamiento y elaboración de concentrados fibrosos para el incremento de la productividad animal y la disminución de la contaminación ambiental.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo será el consumo y la digestibilidad de las dietas con niveles de inclusión de residuos de quinua en cuyes?

¿Cuál es el efecto de las proporciones de inclusión de los residuos de quinua en la productividad y rentabilidad en la crianza de cuyes?

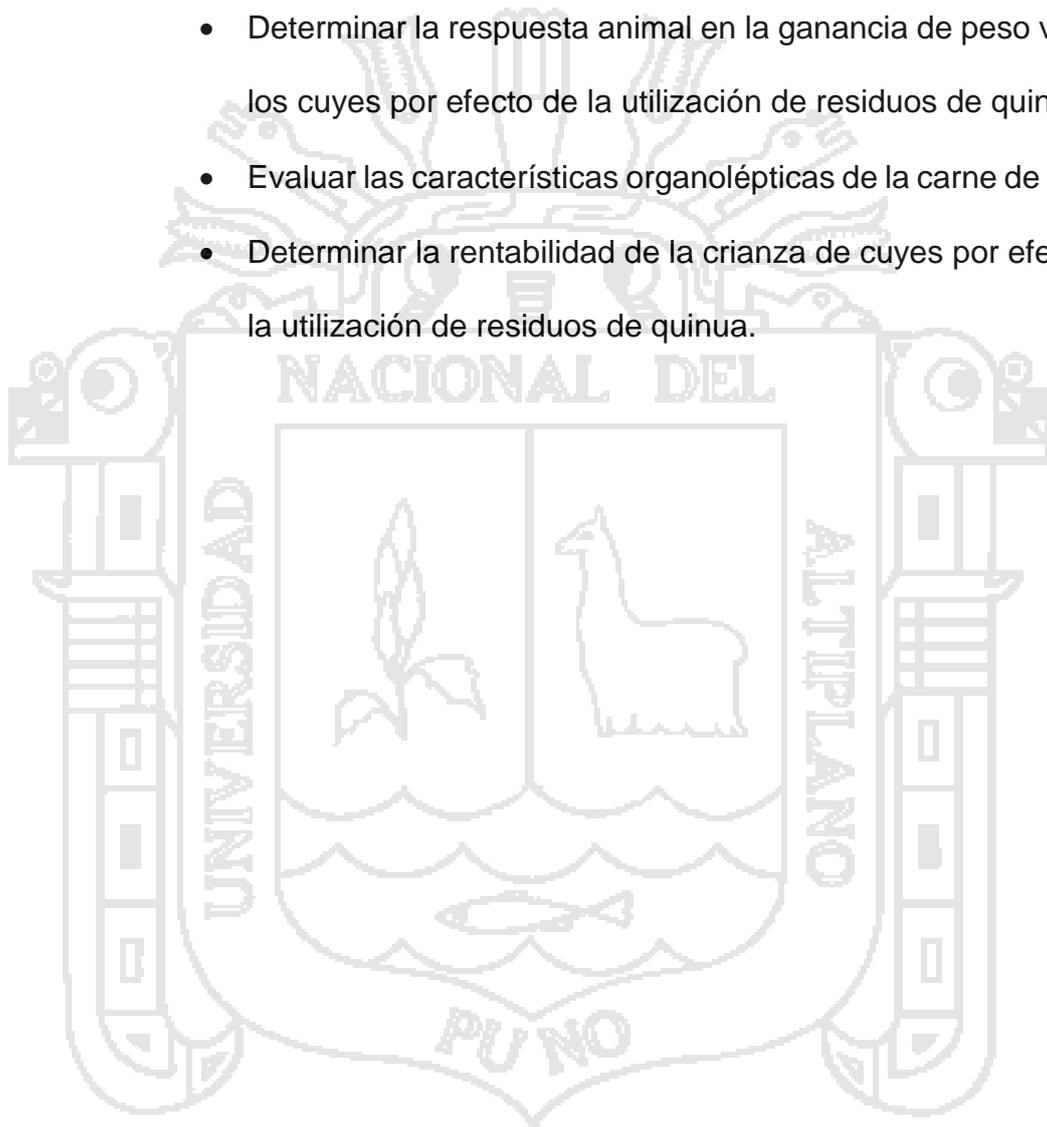
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el uso de residuos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la productividad y rentabilidad en la crianza de cuyes (*Cavia porcellus* L.)

1.3.2. Objetivo Específicos

- Determinar el consumo en la dieta de cuyes utilizando residuos de quinua.
- Determinar la digestibilidad de la dieta de cuyes por efecto de la utilización de residuos de quinua.
- Determinar la respuesta animal en la ganancia de peso vivo de los cuyes por efecto de la utilización de residuos de quinua.
- Evaluar las características organolépticas de la carne de cuyes.
- Determinar la rentabilidad de la crianza de cuyes por efecto de la utilización de residuos de quinua.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. QUINUA.

2.1.1. Importancia

La quinua es una planta, herbácea de ciclo anual y perteneciente a la familia de los Chenopodiaceas, su tamaño varía desde 1 m a 3.5 m. según las diferentes variedades y ecotipos (Rivera, 1995).

Es un grano alimenticio que se cultiva ampliamente en la región andina, desde Colombia hasta el norte de la Argentina para las condiciones de montañas de altura, aunque un ecotipo que se cultiva en Chile, se produce a nivel del mar (Rivera, 1995). Domesticada por las culturas prehispánicas, se la utiliza en la alimentación desde por lo menos unos 3000 años (Abugoch et al., 2008).

Sus características botánicas la sitúan como una planta de tallo erguido, y según su tipo de ramificaciones pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas características

de la zona de altiplano o de ramas de igual tamaño, característico en los ecotipos que se cultivan en los valles interandinos (Suca, 2006). La forma de sus hojas es muy variada y sus bordes son dentados pudiendo ser pronunciados o leves según las variedades. La coloración de estas varía de verde claro a verde oscuro, las que a su vez van transformando en amarillas, rojas o púrpuras según su estado de maduración (Oshodi et al., 1999).

Sus raíces son más o menos profundas pudiendo llegar desde 0.50 m. hasta más de 2 m (Rivera, 1995). Posee una inflorescencia denominada panícula, de forma glomerulada, y pueden tener un aspecto laxo y compacto (Jacobsen, 2003). Esta inflorescencia puede alcanzar hasta 0.70 m. de su tamaño y densidad depende en gran parte su rendimiento (Rivera, 1995).

Las flores son pequeñas y pueden ser hermafroditas y femeninas, lo que le permite una gran variación sexual según los diferentes ecotipos y variedades. (Mujica et al., 2006). El fruto de la quinua es un aquenio, pequeño y presenta diferentes coloraciones (Ogungbenle, 2003). La capa externa que la cubre es de superficie rugosa y seca que se desprende con facilidad al ser puesta en contacto con agua caliente o ser hervida (Doweidar et al., 2011). En esta capa se almacenan la sustancia amarga denominada saponina, cuyo grado de amargor varía según los tipos de quinua (Hulan et al., 1990).

2.1.2. Zonas de cultivo de la quinua

La quinua se cultiva bajo riego en los valles interandinos como Urubamba en el Cusco y en seco en las partes altas del valle de Mantaro y de las zonas altas en Ayacucho y Ancash. En las zonas del altiplano los cultivos en seco tienen que soportar condiciones muy severas de temperaturas bajas y fuertes vientos. Algunos ecotipos se adaptan a estas inclemencias (Rivera, 1995).

En Ayacucho las principales zonas de cultivo de quinua son las provincias de Cangallo, Huamanga (Vinchos), Huanta (Huamanguilla e Iguain), La Mar (San Miguel) y Vilcas Huamán desde los 2556 msnm hasta los 3470 msnm; siendo la zona de Vilcas Huamán la mayor zona productora con casi el 80% de la producción total de quinua del departamento (Apaza et al., 2005). Dentro de las zonas de mayor producción en nuestro país se tienen a los departamentos de Puno, Ayacucho, Junín, Cusco, Apurímac y La Libertad (Mujica et al., 2006).

2.1.3. Tallos

El estudio químico del tallo comprende generalmente tanto el tallo en sí como las hojas secas, los tallos secundarios, los pedúnculos y el rastrojo de la trilla del ganado, cuyo conjunto se denomina broza o “quiri” (quechua) y el residuo del grano “jipi” (quechua). En el cuadro 01 se observa el análisis bromatológico de la broza y el jipi. Los mayores componentes de la broza son fibra y extracto no nitrogenado.

Cuadro 1: Análisis proximal de broza y jipi de quinua

NUTRIMENTO	BROZA	JIPI
Materia Seca	92,37	90,0
Proteína, g/100g MS	7,53	10,7
Grasa, g/100g MS	1,59	-
Fibra, g/100g MS	42,90	-
Cenizas, g/100g MS	11,41	9,9
Extracto no nitrogenado g/100g MS	36,57	-

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. 2011.

2.1.4. Cosecha y post-cosecha

a. Siega

El momento adecuado es cuando las plantas llegan a la madurez que se reconoce cuando las hojas inferiores se vuelven amarillentas y empiezan a caerse. Se utilizan hoces o segaderas (Mujica et al., 2006). Esta labor se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, cuando los granos tienen alrededor de 30% de humedad, para evitar pérdidas por desgrane (un indicador de madurez es cuando las hojas tienen un color amarillento) (Ticona, 1981).

Es conveniente hacerlo en las primeras horas de la mañana, cuando los glomérulos presentan una consistencia húmeda, no así en horas de la tarde, ya que los granos con la fuerte radiación solar, se desprenden con facilidad, pudiendo caer al suelo (Suca, 2006).

Las pérdidas por caídas de granos al suelo (excesiva madurez fisiológica) se estima entre 5 y 10%. Las pérdidas producidas durante el transporte en acémilas están entre 1 y 5% (Ticona, 1981).

b. Emparve.

Consiste en la formación de arcos o parvas con la finalidad de evitar que se malogre la cosecha por condiciones climáticas (lluvias y granizadas), y en consecuencia se manche el grano (Mujica et al., 2006).

En las parvas, las panojas se ordenan al centro, en forma de techo inclinado, y se cubren con paja, permaneciendo así hasta que los granos tengan la humedad adecuada para la siguiente etapa (12–15%). El tiempo es de 7 a 15 días. Las pérdidas en el emparvado se deben a la germinación del grano o por ataque de pájaros y/o roedores. Estas pérdidas se encuentran entre 5 y 10% (De Lucía et al., 1993).

c. Trilla.

Antes de iniciarla, es importante tener en cuenta la humedad del grano, que no debe ser ni muy seco ni muy húmedo (12–15%). Consiste en separar el grano de la planta. Se puede realizar de diversas maneras: Manualmente, empleando palos o haitanas, animales de carga, pisando con las ruedas de un tractor, etc. Actualmente se está mecanizando esta etapa, empleándose trilladoras estacionarias, las que funcionan con la toma de fuerza de un tractor o con motor propio. En este caso es importante la regulación del cilindro de la máquina. Mediante este proceso, se desprenden los perigonios de las semillas y la paja, obteniéndose una mezcla de broza y semillas. Las pérdidas ocasionadas en el trillado son alrededor de 5 a 8% (Vega-Gálvez et al., 2010).

d. Venteo y limpieza.

Cuando la trilla se ha realizado a mano, se requiere del venteo para separar las semillas de tallos y otras impurezas. Cuando se utiliza una trilladora, las operaciones de venteo y limpieza se realizan en forma simultánea (Mujica et al., 2006).

El proceso de separación o limpieza empleando corrientes de aire se basa en el hecho de que la semilla tiene mayor peso que las impurezas, quedando en la parte más baja por su mayor densidad (Ticona, 1981).

La separación se realiza en dos etapas. En la segunda, se procede a separar la semilla de la paja muy pequeña para ensacar sólo las semillas. Las pérdidas ocasionadas se encuentran entre 13 y 15%. Es ahí donde se separa la kiri y Jipi de la Quinoa (Smil, 1999).

2.2. CUYES.

2.2.1. GENERALIDADES:

El cuy (*Cavia porcellus*), es una especie originaria de la zona Andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Aliaga, 1996).

El Perú es el país que tiene la mayor población de cuyes, éstos están distribuidos en las regiones de costa y sierra. Ecuador mantiene cuyes en toda la región andina, en tanto que en Colombia y Bolivia la crianza de cuyes se ha desarrollado (Caycedo, 2000). El cuy es un animal conocido con varios nombres según la región (cuye, curi, conejillo de indias, rata de América, guinea pig, etc.), se considera nocturna, inofensiva, nerviosa y sensible al frío (Castro et al., 1994).

El consumo anual es de 116 500 TM de carne de cuy, provenientes del beneficio de más de 65 millones de cuyes producidos por una población más o menos estable de 22 millones (Torres, 2006). A pesar que en la actualidad el consumo

de esta especie está circunscrito a las zonas del área andina, su aceptación se ha extendido hacia la costa y selva (Chamorro, 1990). El consumo de carne de cuy en el Perú es equivalente a 0,35kg/hab./año, siendo de los más bajos a nivel nacional sólo superado al caprino 0,25kg (Torres, 2006).

El cuy se ha adaptado a una gran variedad de productos para su alimentación que van desde los desperdicios de cocina y cosechas hasta los forrajes y concentrados. La alimentación es un aspecto importante en la crianza de cuyes ya que de esto depende el rendimiento y calidad de los animales (Banks, 1989).

2.2.2. POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN NACIONAL.

Según datos del Ministerio de Agricultura (INIA y DGPA) para el año 2003 se estima una población de 23 240 846 distribuidas principalmente en la sierra con 21 462 950 cabezas en comparación de 1 439 746 en la costa y tan solo 338 150 animales existentes en la selva (INIA, 2003). Es importante señalar que en los fenómenos migratorios del campo a la ciudad de las últimas décadas no han incluido el abandono de esta actividad es así, que se estima que en más de 90 mil hogares urbanos se mantiene la crianza de cuyes estimándose en más de un millón de cabezas criadas en la ciudad (INIA, 2006).

La carne de cuy es de excelente sabor y calidad, y se caracteriza por tener un alto nivel de proteínas (20,3%), bajo nivel de grasa (7,8%) y minerales (0,8%) (Higaonna, 2005). El rendimiento

en canal varía entre el 54,4% (cuy criollo) y el 67,4% (cuy mejorado). El cruzamiento aumenta los rendimientos, y los cuyes mejorados superan en un 4% en rendimiento en canal a los cruzados, en un 13% a los criollos (INIA, 2006).

2.2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CUY.

En la escala Zoológica, se ubica al Cuy dentro de la siguiente clasificación (Altamirano, 1986)



Phylum : Vertebrata
Subphylum : Gnathostomata
Clase : Mammalia
Sub clase : Theria
Orden : Rodentia
Sub orden : Hystricimorpha
Familia : Caviidae
Género : Cavia
Especie : *Cavia porcellus*

2.2.4. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DIGESTIVA EN EL CUY

A. Anatomía:

La digestión comprende una serie de procesos en el tracto gastrointestinal, pudiendo ser estos mecanismos o químicos los cuales permiten que los alimentos sean degradados a

partículas más pequeñas para poder ser absorbidos (Maynard et al., 1981).

Los órganos que participan en la digestión son los siguientes:

A.1. Boca:

El cuy es un roedor que posee incisivos largos con curvatura hacia adentro, y no poseen caninos gracias a los premolares y molares pueden desmenuzar sus alimentos en forma mecánica y mezclarlos con la saliva que actúa como lubricante para facilitar la deglución (INIA, 2006). Las principales glándulas salivales son la parótida mandibular (submaxilar) y sublingual (Hidalgo et al., 1989). Glándulas más pequeñas se encuentran en las mejillas y en las aéreas laterales de los labios; no se aprecia un cambio de dentadura temporal a permanente y afirma que su fórmula dentaria consta de veinte dientes (Maynard et al., 1981).

2 (incisivos 1/1, caninos 0/0, premolares 1/1, molares 3/3)

A.2. Esófago:

El alimento pasa de la boca al estómago por el esófago, este tiene cuatro capas: una capa externa de tejido conjuntivo, una capa de músculos, la sub-mucosa y

la mucosa, la porción adjunta al estómago está compuesta por músculos lisos (Maynard et al., 1981).

A.3. Estómago:

Es una bolsa membranosa formada por una dilatación del tubo digestivo. Está situado por debajo del diafragma, la acción digestiva en el estómago se realiza por la presencia de ácido clorhídrico y pepsina que son secretados por la mucosa gástrica, la presencia de ácido láctico y ácidos grasos volátiles en el estómago del cual indican fermentación microbiana (Gómez y Vergara, 1994).

A.4. Intestino delgado.

Es el sitio principal de absorción de aminoácidos, vitaminas, minerales y lípidos. La glucosa y otros monosacáridos de los alimentos son disueltos y absorbidos en forma total sin acción digestiva (Mc Donald et al., 1986).

A.5. Intestino grueso:

Es la última porción del tubo sin acción digestiva, en el cual alrededor del 60% de la capacidad del tracto digestivo está en el ciego y colon. Grandes cantidades de proteínas bacterianas y vitaminas son sintetizadas en el intestino grueso, pero la cantidad de absorción de estos

nutrientes se desconoce. La digestión microbiana de la fibra, aunque no es tan eficiente como la del rumiante, es amplia en el cobayo (Maynard et al., 1981).

2.2.5. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LA DIGESTIÓN:

El movimiento de la ingesta del cuy es rápido a través del estómago e intestino delgado, sufriendo un marcado retardo en el ciego y en menor grado en el colon proximal (Kajjak, 1995). La magnitud de la digestión microbiana cecal del cuy criollo guarda cierta similitud con la hallada en los primeros compartimentos de los rumiantes (Bustamante, 1993). La intensa absorción de ácidos grasos volátiles y agua a nivel del colon proximal, surge una analogía funcional entre esta porción del intestino del cuy. Concluye que estos ácidos grasos volátiles absorbidos podrían contribuir a satisfacer los requerimientos energéticos (Prakash et al., 1998).

A. Principios fisiológicos

El cuy está considerado como una especie monogástrica, es decir, con un solo estómago, al igual que los cerdos, las aves y los carnívoros. Sin embargo, su fisiología digestiva es mixta, encontrándose más cerca de los rumiantes o los caballos que de los monogástricos propiamente dichos (McDonald et al., 1986).

Si en todas las especies animales, incluida la especie humana, existe una flora intestinal normal, cuyo equilibrio es esencial para la salud del individuo, en los rumiantes, équidos y lepóridos –conejos, liebres y el cuy esta situación llega al extremo

(Jesús, 2003). En las especies herbívoras, y las citadas anteriormente lo son, la flora intestinal tiene una función básica en la digestión de la fibra, que va a constituir un aporte importante en los rumiantes esencial de la energía que el animal necesita. Los microorganismos presentes en la panza de los rumiantes producen ácidos grasos volátiles que aportan energía directamente al hospedador, y además suponen una fuente de proteína una vez que pasan de la panza hacia el cuajar. Cualquier alteración en la composición del alimento o en la salud del animal va a dar lugar a un desequilibrio entre las especies que componen la flora del rumen ocasionando problemas digestivos (Campos, 2003).

El ciego es un órgano grande que constituye cerca del 15% del peso total del aparato digestivo (Patricio, 2002), es el sitio principal de digestión microbiana en el intestino grueso de roedores y lagomorfos (Campos, 2003), por lo que utiliza 23% más de fibra ayudado también por una mayor capacidad de modificar las características de la excreta (Patricio, 2002).

El ciego es el órgano equivalente al rumen, una cámara de fermentación donde la flora simbiótica del cuy, fermenta y aprovecha los nutrientes que el intestino delgado no ha sido capaz de absorber. En el caso del cuy, la flora cecal no es tan importante como aporte de nutrientes para el animal como en los rumiantes, aunque mediante la cecografía el cuy es capaz de aprovechar algunas proteínas y vitaminas, especialmente del grupo B. Los ácidos grasos volátiles –AGV- producidos en el ciego por las

bacterias celulolíticas son absorbidos por las paredes del ciego y del colon, pasando a la sangre directamente y aprovechándose como fuente de energía. La energía procedente de los AGV puede llegar a suponer el 40 % de la energía de mantenimiento del animal (Gómez y Vergara, 1994).

Esta capacidad de aprovechamiento de alimentos fibrosos de bajo contenido en nutrientes surge como mecanismo de supervivencia del conejo silvestre en un medio con pocos recursos alimenticios. Cuando para conseguir mejores índices zootécnicos damos al cuy alimentos ricos en energía y proteína, corremos el riesgo de que una mayor cantidad de estos nutrientes lleguen al ciego, den lugar a fermentaciones anormales y provoquen problemas digestivos (Bustamante, 1993).

2.2.6. EQUILIBRIO EN LA FAUNA INTESTINAL

La flora digestiva del cuy podemos dividirla en tres tipos bien diferenciados: la flora acidófila del estómago, la flora del intestino delgado y la flora cecal (Castro y Chirinos, 1994).

El estómago del cuy tiene un pH entre 1 y 3, lo que hace difícil la existencia de microorganismos. Sin embargo mantiene una población de bacterias acidófilas capaces de actuar tanto sobre los alimentos, como sobre los cecotrofos. En este caso actúan favoreciendo la digestión y provocando la destrucción de las bacterias presentes en los mismos, de manera que son aprovechadas como fuente de proteínas por el animal (Higaonna, 2005).

La flora presente en el intestino delgado es similar a la de otros monogástricos y está formada por bacterias aerobias y anaerobias, con presencia de coliformes, lactobacilos y otras enterobacterias (Campos, 2003). Esta flora saprofita en condiciones normales vive en las criptas de las vellosidades intestinales, aprovechan los nutrientes del alimento, y es sobre estas bacterias sobre las que actúan los promotores de crecimiento clásicos, controlando su población, especialmente de las bacterias Gram +, dejando más nutrientes disponibles para el animal (Higaonna, 2005).

La flora cecal es muy compleja, estando formada fundamentalmente por bacterias anaerobias, difíciles de cultivar en el laboratorio bacteroides, bífidobacterias, estreptococos, enterobacterias y clostridios (Agustín, 1973). La flora cecal sí tiene una función positiva para el animal hospedador, porque las bacterias celulolíticas rompen la fibra produciendo AGV, utilizan la proteína no digerida para formar proteína microbiana y en su metabolismo producen vitaminas liposolubles. Todos estos nutrientes serán posteriormente asimilados por el cuy a través de la ingestión de cecotrofos (Aliaga, 1996).

2.2.7. IMPLANTACIÓN DE LA FAUNA INTESTINAL

Los gazapos nacen prácticamente libres de gérmenes porque estos no son capaces de atravesar la barrera placentaria. Las primeras bacterias que van a colonizar el intestino del animal entran

por vía oral a partir de los pezones de la madre, la leche y el contacto con el material del nido (Alcívar, 2012).

Los primeros días de vida el estómago del cuy tiene un desarrollo proporcionalmente mayor que el ciego debido a su condición de lactante, sin embargo a partir del inicio de consumo de pienso el ciego se desarrolla rápidamente. En las primeras semanas los microorganismos predominantes en el aparato digestivo son bacteroides anaerobios estrictos. A partir de los 15 días se desarrolla la flora cecal, se estabilizan las bacterias amilolíticas y aumentan las celulolíticas, reduciéndose los colibacilos (Aliaga, 1996).

Poco a poco la flora saprofita va colonizando el intestino del cuy, pero es a partir del inicio de la ingestión de pienso sólido cuando se va a implantar la flora cecal capaz de romper las fibras y de aprovechar la celulosa. Esta colonización se va produciendo por oleadas y va cambiando progresivamente hasta que se llega a la flora definitiva del adulto, mucho más adaptada y en equilibrio que la de los gazapos jóvenes (Coyotopa, 1986).

El desarrollo de esta flora definitiva coincide también con el desarrollo progresivo de la capacidad digestiva y de producción de enzimas del gazapo, lo que va a condicionar el desarrollo de la población cecal (Kajjak, 1995). El aumento de bacterias celulolíticas, amilolíticas, etc. va a depender de que estos nutrientes estén presentes en el ciego, no apareciendo en cantidades significativas en animales alimentados exclusivamente con leche (Gómez et al., 1994).

Antes del destete el gazapo pasa de una alimentación láctea, rica en grasas, proteínas y azúcares muy digestibles, a ingerir alimentos sólidos ricos en fibra, almidón y proteína de origen vegetal (Campos, 2003). Estos componentes van a estimular el desarrollo de la producción de proteasas y amilasas, pero mientras este desarrollo madura se produce una baja digestibilidad de la proteína y del almidón, llegando estos en exceso al ciego (Higaonna, 2005). La situación se agrava al destete, en el que bruscamente se suprime la alimentación láctea y surgen los primeros problemas digestivos. Una buena solución para reducir estos problemas es procurar estimular el consumo precoz de pienso, incentivar al máximo el consumo de pienso durante la lactación y retrasar el destete. De esta manera el gazapo tiene más tiempo para desarrollar una flora cecal adecuada para una normal digestión del pienso (Jesús, 2003).

Los cecotrofos están recubiertos por mucus y son almacenados durante un tiempo en el estómago (Kajjak, 1995). El mucus los protege de la acción de los ácidos gástricos, produciéndose en su interior una fermentación láctica antes de pasar al intestino (Moreno, 1989).

2.2.8. ALIMENTACIÓN Y ENGORDE

El cuy es un animal herbívoro, que transforma los forrajes en carne, pero se debe tener en cuenta que cualquier cambio de un forraje a otro debe ser gradual, caso contrario, se producen gases por alteraciones de la flora intestinal, diarreas, cólicos, abortos y muertes

(Torres, 2006). La alimentación va a influir directamente en la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes. Dicho de otro modo, el factor alimenticio representa del 70% al 80% del coste de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está dado por este factor (Rico et al., 1994.).

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbial, a nivel del ciego como se habló anteriormente, (Hidalgo, et al. 1995). Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia. Este factor contribuye a dar versatilidad a los sistemas de alimentación (Rico et al., 1994).

Los sistemas de alimentación se adecuan a la disponibilidad de alimento (Kajjak, 1995). La combinación de alimentos, dada por la restricción del concentrado o del forraje, hace del cuy una especie de alimentación versátil (Campos, 2003). El animal puede, en efecto, ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados (Mullo, 2009).

Los sistemas de alimentación son de tres tipos:

- a) **Alimentación Con Pasto Verde.** La mayoría de cuyes criados en forma familiar se alimentan con pasto verde. El pasto aporta importantes principios nutritivos, pero en forma limitada. El pasto verde es fuente de agua, fibra, proteínas y vitamina C (Moreno, 1989).

- b) Alimentación Con Pasto Verde + Granos y Subproductos.** Con este sistema hay un significativo mejoramiento de los rendimientos. Además del pasto, se proporciona granos de cereales, subproductos de la molienda de arroz y trigo, melaza de caña, etc (Altamirano, 1986).
- c) Alimentación Balanceada.** El alimento balanceado es una mezcla de ingredientes que aporta energía, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, fibra y vitamina c (Higaonna, 2005). Con los alimentos balanceados se obtiene mayor número de crías con mayor peso, mayor peso al destete, menor tiempo de engorde, mayor rendimiento en carcasa y menor mortalidad (INIA, 2006).

Estos sistemas (alimentación con pasto verde, alimentación con pasto verde + granos y subproductos, Alimentación con alimentos balanceados) pueden aplicarse en forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo a lo largo del año (Patricio, 2002).

Tradicionalmente se ha restringido el suministro de agua para beber. La alimentación con pastos suculentos satisface las necesidades hídricas del cuy (Kajjak, 1995). Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal son los que

determinan su consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones (Samane, 1983).

2.2.9. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY

La cantidad necesaria de nutrientes que deben estar presentes en la dieta alimenticia diaria de los animales para que pueda desarrollarse y reproducirse con normalidad (Inga, 2008).

Cuadro 02. Requerimientos nutricionales del cuy para la etapa de crecimiento y engorde

NUTRIENTE	UNIDAD	GESTACIÓN	LACTANCIA	CRECIMIENTO - ENGORDE
Proteínas	(%)	18	18 - 22	13 - 18
ED	Kcal/kg	2,800	3,000	2,610-3,080
EM	Kcal/kg	2,500	2,650	1,980 – 2,700
Fibra	(%)	8 - 17	8 - 17	12 - 14
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,6 – 1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,3 – 0,7
Magnesio	(%)	0,1 – 0,3	0,1 – 1,3	0,1 – 0,3
Potasio	(%)	0,5 – 1,4	0,5 – 1,4	0,5 – 1,4
Vitamina C/Kg alimento	(mg)	200	200	200
Grasa	(%)	3	3,5	2 – 6

Fuentes: National Research Council NRC. (1995)

A. Energía

La necesidad de energía es lo más importante para el cuy y varía con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental (Hidalgo et al., 1995).

El National Research Council, sugiere un nivel de energía digestible de 3000 kcal/Kg de dieta (Higaonna, 2005). En general, al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética (Aliaga, 1996).

En la universidad de Cajamarca un estudio realizado con cuyes de ambos sexos para evaluar raciones para el periodo de crecimiento con niveles de 2578, 2436 y 2190 Kcal de energía metabolizable /kg, se observó un mayor incremento de pesos finales con las dietas que contenían una mayor concentración de energía (Moreno, 1989).

Similares resultados obtuvo, quien realizó un estudio, que tuvo como objetivo determinar una relación adecuada entre la proteína y la energía (N.D.T.), encontrando que con 66% de NDT la respuesta de los cuyes a niveles de 17, 21 y 26% de proteína produce mejores conversiones alimenticias y ganancia de peso estadísticamente superiores en los tratamientos con 17% y 21% frente a 26% de proteína y que en el consumo de concentrado

estuvo en relación inversa con el contenido proteico de las dietas (Morales, 1994).

B. Proteína

La síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas, por lo que un suministro inadecuado da lugar a un menor peso al nacimiento, crecimiento retardado, baja producción de leche, infertilidad y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (INIA, 2003).

El cuy digiere la proteína de los alimentos fibrosos menos eficientemente que la proveniente de alimentos energéticos y proteicos; (Maynard et al., 1981). Siendo estos dos de mayor utilización, 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).

El cuy responde bien a las raciones de 20% de contenido proteico cuando éstas provienen de dos o más fuentes; sin embargo se han reportado raciones con 13 y 17% de proteína que han logrado buenos incrementos de peso (Rico et al., 1994).

Al evaluar niveles bajos (14%) y altos (28%) de proteína en raciones para crecimiento, se observó mayores ganancias de peso, aumento en el consumo y una mayor eficiencia, en los cuyes que recibieron las raciones con los menores niveles proteicos (Morales, 1994).

Estudios realizados en el Perú, indican niveles de proteína total entre 14 y 21% debiéndose esta variación al tipo de insumos proteicos utilizados, al genotipo y a la edad de los cuyes en crecimiento con cuatro raciones concentradas con niveles de proteína de 17,76; 17,79; 19,15; y 20,49%; en cuyes mejorados además de proporcionar 2kg de chala por tratamiento y agua ad libitum (Hidalgo et al., 1989).

C. Fibra

La fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración conteniendo un material inerte y voluminoso, permitiendo que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra, ya que a partir de esta acción se producen ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie (Aliaga, 1996). Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes va de 5 a 18%. (Inga, 2008). Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animales de laboratorio, donde sólo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra (Patricio, 2002).

Los cuyes son más eficientes en la digestión del extracto libre de nitrógeno de alfalfa que los conejos y que digieren la materia orgánica y fibra cruda tan eficientemente como los caballos y ponies con un valor de 38%, mientras que los conejos llegan sólo

a un 16.2% de coeficiente de digestibilidad (Inga, 2008). Asimismo, este nutriente no sólo tiene importancia en la composición de las raciones por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino también porque su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio (Hidalgo et al., 1995)

D. Agua

La alimentación con dietas a base exclusivamente de concentrado obliga a los animales a un alto consumo de agua. Investigaciones realizadas en el Perú, han determinado la ingestión de agua entre 50 a 140ml/animal/día, que representa de 8 a 15ml de agua por 100g de peso vivo (Arroyo, 1986).

Bajo condiciones de alimentación con forraje verde, no es necesario el suministro de agua adicional, mientras que cuando la alimentación es mixta (forraje y concentrado), será suficiente administrar forraje verde a razón de 100 a 150gr/animal/día, para asegurar la ingestión mínima de 80 a 120ml de agua para animales en crecimiento o periodo de engorde (INIA, 2003).

Los cuyes de recría demandan entre 50 y 100ml de agua por día; pudiendo incrementarse hasta más de 250ml si no recibe forraje verde y el clima supera temperaturas de 30°C (Cáceres, 2004). La forma de suministro de agua es en bebederos aporcelanados con capacidad de 250ml, aunque facilita la

distribución si se les proporciona en bebederos automáticos instalados en red (Coyotopa, 1986).

Se recomienda el uso de bebederos automáticos, porque elimina la labor pesada y prolongada de lavar, desinfectar, enjuagar y llenar los recipientes (Morales, 1994). Además proporciona agua fresca y limpia en toda ocasión. Si el sistema está adecuadamente instalado, no se acumula en él la suciedad y el pelo (Campos, 2003).

Se realizó una prueba, teniendo como objetivo determinar el efecto de los sistemas de suministro de forraje (diario, interdiario y cada 2 días) y agua (bebedero pocillo y bebederos tipo chupón), (Maynard et al., 1981), sobre las características reproductivas y productivas (peso al parto y destete de las hembras, peso al nacimiento y destete de las crías) en cuyes hembras primerizas; determinándose que los parámetros reproductivos y productivos más altos corresponden al sistema de alimentación con forraje diario, mientras que empleando el sistema de alimentación con forraje suministrado de forma interdiaria, suplementado con alimento balanceado y agua ad libitum (en bebedero tipo chupón) se logra índices reproductivos semejantes a lo establecido en la crianza de cuyes a un menor costo de alimentación (Jesús, 2003).

E. Vitamina C (Ácido ascórbico)

En la mayoría de las especies animales se forman cantidades abundantes de vitamina C a partir de otras sustancias.

El humano y los cuyes carecen de la capacidad de sintetizar el ácido ascórbico (Benito, 2008). Al producirse deficiencia de vitamina C, los síntomas tempranos (tercer día) son:

1. Cambio de voz.
2. Pérdida de peso.
3. Encías inflamadas, sangrantes y úlceras.
4. Dientes flojos.
5. Articulaiones inflamadas y dolorosas (el animal se niega a apoyarse en ellas, adoptando una posición particular de acostado sobre el dorso, posición escorbútica) (Arroyo, 1986).

Las lesiones microscópicas originadas por la deficiencia de vitamina C son:

- Desorden en las células de las zonas de desarrollo de los huesos.
- Atrofia y desorganización de los odontoblastos.
- Degeneración de los tejidos del sistema nervioso.
- Debilidad de las paredes de las arterias y venas.
- Anemia (Benito, 2008).
- Disminución de las proteínas plasmáticas, con disminución de la relación albúmina – globulina.

- Hipertrofia de las adrenales.
- Trastornos hepáticos (Amaro, 1977).
- Degeneración de los ovarios en las hembras y del epitelio germinal en los machos.
- Muerte entre 25 y 28 días (Maynard, 1981).

Los requerimientos de vitamina C son de 1 mg de ácido ascórbico por 100 gr de peso para prevenir las lesiones patológicas, 4 mg de ácido ascórbico por 100 gr de peso es indicado para animales en crecimiento activo (Torres, 2006). Se debe tener en cuenta que el forraje no es un simple vehículo de vitamina C, esto quedó demostrado al administrar a un grupo de animales una cantidad de vitamina C equivalente a lo que recibía otro grupo de forraje (40 mg / día) donde el segundo grupo creció más (Maynard, 1981). En trabajos realizados en el Perú se obtuvieron mejores curvas de crecimiento en animales mayores de cinco meses suministrando 20 mg / animal / día de vitamina C, sintética, cuando el suministro de forraje es restringido (60 gr/ animal / día) (Benito, 2008).

F. Minerales

Los elementos minerales tales como el calcio, potasio, sodio, magnesio, fósforo y cloro son necesarios para el cuy, pero sus requerimientos cuantitativos no han sido determinados. Presumiblemente sean necesarios el hierro, magnesio, cobre, zinc y

yodo (O'dell, 1960). El cobalto es probablemente requerido para la síntesis intestinal de vitamina B₁₂, si la dieta no la contiene (Aliaga, 1996).

Es de importancia en la actividad de cada elemento la relación Ca:P de la dieta; al respecto se encontró que un desbalance de estos minerales producía una lenta velocidad de crecimiento, rigidez en las articulaciones por la alta incidencia de depósito de sulfato de calcio en los tejidos blandos y alta mortalidad (Aliaga, 1996). A continuación se indica el consumo alimenticio de forraje y balanceado de cuyes en el Cuadro 3 y 4 respectivamente.

Cuadro 3. Alimentación a base de Forraje

EDAD (DÍAS)	FORRAJE (G)
01 a 30	100
31 a 60	200
61 a 90	300
91 a 120	400
Reproductoras	500

Fuente: Castro, B. 1994 y Collazos et al. 1996.

Cuadro 4. Alimentación a base de concentrado.

EDAD (DÍAS)	ALIMENTO(G)
01 a 30	10
31 a 60	20
61 a 90	30
91 a 120	40
Reproductoras	50

Fuente: Chirinos, 1994.

Arroyo (1986) menciona que, lo ideal es alimentación mixta a base de forraje + balanceado o concentrado + agua.

Castro (1994) mencionan también que la alimentación mixta es:

1. Sistema ideal (ajusta requerimientos nutritivos).
2. Forraje (150-200 gr/día) + balanceado o concentrado (25 – 30 gr/día).
3. No olvidarse ofrecer agua limpia y fresca (Inga, 2008).

2.3. DIGESTIBILIDAD

2.3.1. Concepto

La digestibilidad mide la desaparición de los nutrientes en su paso a través del tracto digestivo debido a la absorción, es importante conocer la digestibilidad de los alimentos que

usualmente consumen los cuyes con la finalidad de obtener el conocimiento más exacto del valor alimenticio de dichos alimentos y de una mejor estructuración de las diferentes raciones comúnmente empleadas (Lammers et al., 2009).

La cecotrofia es un proceso digestivo poco estudiado; siendo una actividad que explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en pruebas de raciones (Chauca, 1997). Algunos autores indican que el cuy es un animal que realiza cecotrofia, produciendo dos tipos de excretas en forma de pellets, uno rico en nitrógeno que es reutilizado (cecótrofo) y el otro que es eliminado como heces (O'dell et al., 1960).

Este proceso de la cecotrofia se basa en el “mecanismo de separación colónica” por el cual las bacterias presentes en el colon proximal son transportadas hacia el ciego por movimientos antiperistálticos para su fermentación y formación del cecótrofo, el cual es reingerido (Hidalgo et al., 1995).

Balanceados con niveles proteicos entre 13 y 25% no muestran diferencias significativas en cuanto a crecimiento, una explicación a estos resultados puede tener su base en la actividad cecotrófica (Higaonna, 2005). La ingestión de los cecótrofos permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Moreno, 1989).

2.3.2. Tipos de digestibilidad

A. Digestibilidad *in vivo*

Es aquella medición que se realiza con animales vivos, en la cual se cuantifica la desaparición del alimento y sus componentes en su paso por el tracto digestivo. Se determina cuantificando la cantidad de alimento consumido y la cantidad de heces eliminadas por el animal después de un período de acostumbramiento al alimento en evaluación. La colección fecal total es el método de digestibilidad de mayor uso en rumiantes (McDonald et al., 1979 y Roque, 2015).

El método de recuperación total requiere un registro de las sustancias consumidas y las cantidades que se excretan en las heces. Para tal propósito se han ideado jaulas metabólicas en las que se consigue la separación y exacta recogida de las materias excretadas. El animal está de pie sobre una reja de hierro, a través de la cual pasan las materias excretadas. El comedero se localiza en la parte exterior, de modo que ninguna porción de comida puede ir a parar sobre el excremento (Maynard, 1955).

En general en los ensayos de digestibilidad se usan preferentemente machos, dado que con ellos es más fácil obtener la orina y las heces por separado (Mc Donald et al., 1979).

Antes de comenzar el período de colección, es necesario un período previo de adaptación para rumiantes de 10 a 14 días, con el fin de acostumbrar al animal a la ración, además de evitar que

existan restos de raciones anteriores en el sistema digestivo. El periodo de colección debe tener una duración de 7 a 10 días (Kirchgessner, 1992).

Mc Donald et al. (1979) mencionan además que el alimento debe mezclarse lo mejor posible para conseguir una composición uniforme. Los mismos autores aconsejan alimentar a los animales todos los días a la misma hora, procurando que las cantidades ingeridas sean aproximadamente las mismas. Si la ingestión es irregular existe el peligro, por ejemplo, de que la última comida sea desacostumbradamente copiosa y que las heces excretadas después de terminado el período de recogida contengan todavía productos procedentes de ella.

Los estudios de digestibilidad deben realizarse con varios animales, primero porque los animales, aunque sean de la misma especie, edad y sexo, presentan ligeras diferencias en su habilidad digestiva, y segundo, porque así se detecta fácilmente cualquier error que pudiera cometerse (Mc Donald et al., 1979). Kirchgessner (1992), propone usar 3 a 4 animales por prueba metabólica.

Según Riveros, citado por Held (1994), el método de recolección total es bastante preciso, pero presenta una serie de inconvenientes. Entre la más importante señala la necesidad de contar con cantidades importantes de alimento por analizar, además de equipamiento y animales adecuados, generalmente caros. Se requiere un periodo prolongado para la adaptación de los

animales y posteriormente determinaciones, durante el cual pueden variar las características del forraje cuya digestibilidad aparente se pretende evaluar.

Otro método frecuentemente utilizado consiste en el método del indicador que es muy útil en caso que se dificulta controlar la ingesta, colectar o pesar las heces. Además cuando se alimenta a los animales en grupos, no se puede precisar cuánto ha sido ingerido por cada uno. En estos casos es posible calcular la digestibilidad añadiendo al alimento una sustancia que sea totalmente indigestible. Midiendo su concentración en el alimento y en pequeñas muestras de heces de los animales, se obtiene una relación que permite obtener una medida de la digestibilidad (McDonald et al., 1979).

El indicador más usado es el óxido de cromo, utilizándose también como indicadores naturales la lignina y cromógenos (Kirchgessner, 1992). Los indicadores deberán pasar por el tubo digestivo a una velocidad uniforme, no tener efectos farmacológicos y deberán ser fáciles de determinar químicamente (Kirchgessner y Tyler, 1992).

B. Digestibilidad *in vitro*

Es aquella medición que se realiza en frascos de vidrio, imitando el proceso digestivo del animal rumiante. Como equipo se utiliza un rumen artificial. El método más utilizado es la digestibilidad de dos etapas propuesto de Tilley y Terry (1963). La

primera etapa consiste en la incubación del alimento en líquido ruminal y saliva artificial por 48 horas, luego se incuba en ácido clorhídrico y pepsina por otras 48 horas. El material que desaparece en este proceso corresponde a la digestibilidad *in vitro* (Roque, 2015).

Existen tres componentes fundamentales en todo ensayo de digestibilidad *in vitro*: el sustrato, que corresponde a la muestra; el inoculo o licor ruminal, y el tampón o buffer que es saliva artificial (Simon, 1992).

La técnica de Tilley y Terry (1963) consiste en incubar una pequeña muestra de forraje seco en una muestra de licor ruminal con saliva artificial. Esta última permite mantener el pH en los niveles normales de digestión. El sistema debe mantenerse anaeróbico y a 38°C durante 48 horas. Para mantener la condición de anaerobiosis, a cada tubo se le adiciona CO₂ antes de ser tapado. Luego se realiza una segunda etapa donde el residuo que no ha sido digerido se somete a una solución de pepsina ácida a 38°C por un periodo de 48 horas. En esta etapa la condición anaeróbica no es necesaria.

C. Digestibilidad *in situ*

Es aquella medición de la digestión en un segmento del tracto digestivo del animal vivo. La medición más frecuente se realiza en el rumen. Una cantidad de alimento se coloca en una bolsa de nylon, luego se incuba en el interior del rumen

(fermentación o degradación) por un determinado tiempo. El resultado se expresa como tasa de degradabilidad (Aylwin, 1987 y Roque, 2015).

Según Aylwin (1987) el éxito de la técnica in situ está determinada por diversos factores como: el material de la bolsa, tratamiento, preparación y tamaño de la muestra, posición en el rumen, tiempo de incubación, repeticiones, número de bolsas incubadas, dieta del animal y lavado de la bolsa.

Illanes (1989) menciona que el método de digestibilidad in situ tiene la ventaja que requiere muestras pequeñas, haciendo uso de animales fistulados en el rumen, donde se fermentan los forrajes de bolsas de algún material poroso que resiste a la acción microbiana. Neatherly, citado por Illanes (1989) señala que la técnica de la bolsa de nylon es altamente correlacionable con el valor de digestibilidad in vivo de la materia seca.

2.3.3. Expresión de la digestibilidad

A. Digestibilidad aparente

McDonal (1995) conceptúa a la digestibilidad aparente como la ración no digerida y para su determinación recomienda realizar ensayos con varios animales de la misma especie, edad y sexo que son fáciles de manejar y presentar ligeras diferencias en su habilidad digestiva. Además se usan con frecuencia animales

machos porque con ellos es más accesible obtener la orina y las heces por separado.

Church (1990) recomienda mantener un consumo diario de los alimentos durante varios días para reducir al mínimo la variación diaria de la producción de heces. Este mismo autor manifiesta que son varios los factores que pueden afectar la cuantía de la digestión anotándose los siguientes:

- Nivel de consumos de los alimentos
- Trastornos digestivos
- Deficiencia de nutrientes
- Frecuencia de ración
- Tratamiento a que son sometidos los animales
- Efecto asociados de los alimentos

Maynard (1981) manifiesta que una prueba de digestión cuantifica los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces. Es importante que las heces recolectadas representen en forma cuantitativa el residuo no digerido del alimento consumido previamente medido. Además manifiesta que existen grandes diferencias en las capacidades para digerirlos alimentos voluminosos en las diferentes especies animales. En todos los ensayos de digestibilidad y en especial en los llevados a cabo con monogástricos es aconsejable dar la comida todos los

días a la misma hora y procura que las cantidades ingeridas sean aproximadamente las mismas.

Si la ingestión es irregular existe el peligro que la última comida sea desacostumbradamente copioso y que las heces excretadas después de terminado el periodo de corregida, tengan productos procedentes de ellos (Maynard, 1981).

B. Digestibilidad verdadera

Maynard (1981) supone que la proteína que no aparece en las heces es digerida, la misma que es determinada mediante la relación del nitrógeno presente en la dieta. Este cálculo constituye el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína.

En tanto si se deduce el nitrógeno fecal total se obtiene el dato real (NMF) del nitrógeno fecal total se obtiene el dato real de la digestibilidad verdadera, la misma que en forma más precisa refleja la cantidad de nitrógeno absorbido del alimento por el organismo animal.

Por lo general ha sido imposible separar el NMF de los residuos nitrogenados de los alimentos, entonces luego de un gran número de investigaciones realizadas se ha demostrado que el NMF es proporcional a la ingesta del alimento, esto es alrededor de 2mg de nitrógeno por gramo de materia ingerida.

Si se emplea esta cifra como constante es posible convertir la digestibilidad aparente en digestibilidad verdadera. Los estudios

que determinan estos parámetros fueron revisados por (Maynard, 1981).

2.3.4. Factores que influyen en la digestibilidad

Kirchgessner (1992) menciona que existen principalmente cuatro factores que afectan la digestibilidad. Tales factores estarían relacionados con el tipo de animal, los niveles de consumo, la composición de la ración y los tratamientos de los respectivos componentes de la ración.

Holmes et al., citados por (Simón, 1992) explican que la digestibilidad es una propiedad más del alimento que del animal; varía entre vegetales y de una especie a otra. El nivel de alimentación es otro factor que influye sobre la digestibilidad, ya que altos niveles de consumo producen un aumento en la tasa de pasaje del alimento y disminuye la digestibilidad debido a que las partículas de alimento estarían expuestas a los organismos y enzimas digestivas por menor período de tiempo. Este efecto se acentúa cuando el alimento es de baja digestibilidad, produciéndose pocas diferencias con alimentos de mayor digestibilidad.

A. Valoración energética

Podemos señalar que el contenido energético se estima a partir de la composición química o de la digestibilidad in vitro empleando ecuaciones de regresión determinadas en el extranjero (Anrique et al., 1996).

Según Anrique et al. (1994) el contenido de energía nutricionalmente útil para fines rutinarios y de servicio no puede ser determinado en forma in vivo, dado el tiempo y lo aparatoso de la determinación in vivo para la obtención de resultados, por lo que necesariamente se recurre a su estimación a partir de análisis de laboratorio. La mayoría de los laboratorios utilizan ecuaciones de regresión entre uno o más parámetros químicos, biológicos o estimaciones de ambos y el valor energético determinados in vivo.

Según Moreira (1995) existen diferentes formas de expresar el valor energético de los alimentos dependiendo del nivel de uso de dicha energía por parte del animal. A continuación se presentarán los tres primeros niveles: energía bruta, energía digestible y energía metabolizable.

A.1. Energía bruta

La cantidad de energía química de un alimento se determina convirtiéndola en energía calórica y midiendo el calor producido.

La cantidad de calor que resulta de la combustión completa de la unidad de peso de un alimento se conoce como EB o calor de combustión de aquel alimento (McDonald et al., 1979, Church, Pond, 1977 y Kirchgessner, 1992). Al quemarse la muestra en un horno calorimétrico, el calor producido eleva la temperatura del agua que rodea el recipiente en que se encuentra la muestra, el aumento de la temperatura del agua proporciona la base para calcular el valor energético (Church y Pond, 1977).

Kirchgessner (1992) y McDonald et al. (1979) señalan que en general la EB sirve sólo de punto de partida para la determinación del valor energético de los alimentos, dado que no puede ser considerada como valor de referencia en la estimación de la energía disponible, puesto que no contempla las pérdidas de energía que ocurren durante los procesos digestibles y metabólicos.

Givens et al. (1990) proponen considerar la EB junto a la digestibilidad en regresiones múltiples como predictor de la EM. En el caso de regresiones simples (Givens et al., citados por Anrique, 1994) usando como predictores de EM, la digestibilidad determinada por licor ruminal - pepsina, la FDN y la FDA tratada con celulasas se aumentan los coeficientes de determinación desde 24%, 20% y 14% a 77%, 71% y 65% respectivamente, al usar la EB en las regresiones múltiples.

B. Nutrientes digestibles totales

Los nutrientes digestibles totales (NDT) consiste en la expresión más antigua de la energía disponible del alimento para el animal. Se obtiene a partir de un experimento de digestibilidad convencional de un alimento con animales, a través de la siguiente ecuación (Roque, 2015).

$$\text{NDT, \%} = \frac{2.25Gd + Fd + Pd + CNFd}{MSC} \times 100$$

En la ecuación, las letras expresan las fracciones nutricionales digeridas: grasa (G), fibra (F), proteína (P) y carbohidratos no fibrosos (CNF), con relación a la materia seca consumida (MSC).

B.1. Energía digestible

La energía digestible (ED) es la fracción de la energía bruta del alimento ingerido que no sale en las heces, por tanto, se asume que fue digerida y absorbida. Se mide a través de un experimento de digestibilidad convencional in vivo por el método de colección fecal total. Es una medida más útil que la energía bruta, puesto que expresa mejor el valor energético del alimento. Corresponde a la diferencia entre la energía consumida en el alimento (EB) y la energía excretada en las heces (EF), según la siguiente ecuación (NRC, citado por Roque, 2015).

$$ED, \text{Kcal/Kg MS} = \frac{EB, \text{Kcal/d} - EF, \text{Kcal/d}}{IMS, \text{Kg}}$$

Donde:

EB : Energía bruta consumida en el alimento (Kcal/d).

EF : Energía bruta excretada en las heces (Kcal/d).

IMS : Ingestión de materia seca (Kg/d).

La energía digestible también puede estimarse a partir de NDT, utilizando el valor 4.4 Kcal por gramo de NDT (Schneider y Flatt, citado por Roque, 2015).

$$ED, \text{Kcal} = 4.4 \times \text{g NDT}$$

La ventaja de ED radica en la facilidad de su medición. Su desventaja es que sobrestima la energía de los forrajes fibrosos (henos y pajas).

B.2. Energía metabolizable

La energía metabolizable (EM) es la fracción de la energía bruta del alimento que el animal dispone para el metabolismo (producción de calor, biosíntesis o trabajo). Algunos la denominan combustible fisiológico. Se determina restando de la energía bruta consumida en el alimento (EB), la energía excretada en heces (EF), orina (EU) y metano (EG) (Shirley, citado por Roque, 2015).

$$EM, Kcal/KgMS = \frac{EB, Kcal/d - (EF, Kcal/d - EU, Kcal/d - EG, Kcal/d)}{IMS, Kg}$$

La energía urinaria corresponde a la pérdida de energía principalmente en forma de urea; representa el 4 % de la energía bruta del alimento en rumiantes (vacuno y ovino) y 2 % de la energía bruta del alimento en camélidos (alpacas); puede determinarse a partir del nitrógeno total (urea) en la orina, asumiendo 2.528 kcal/g como el calor de combustión de la urea (Brody, citado por Roque, 2015).

La energía de los gases corresponde principalmente al metano que se forma por la fermentación microbiana de los alimentos en el rumen. Representa 8 % de la energía bruta en rumiantes alimentados con forrajes (NRC, 1981) y 7.1 % de la

energía bruta en llamas alimentadas con forrajes (Engelhardt y Schneider 1973, y Roque, 2015). La energía digestible también puede estimarse a partir de NDT, utilizando el valor 3.6 kcal por gramo de NDT (Schneider y Flatt, citado por Roque, 2015).

$$EM, Kcal = 3.6 \times g \text{ NDT}$$

2.4. ORGANOLEPTICA

2.4.1. Concepto

Se puede definir la calidad organoléptica como “el conjunto de las propiedades de un producto que actúan de estímulo de diversos receptores sensoriales del organismo afectados antes, durante y después de un eventual consumo”. En esencia, se trata de una percepción sensual, en la que intervienen fisiológicamente los cinco sentidos humanos (aunque en distinto grado), originando como resultado una respuesta más o menos proximal (Anzaldúa, 1994).

El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características de un alimento como son su sabor, olor, color y textura, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los alimentos (Sancho et al., 1999). Dentro de las principales características sensoriales de los alimentos destacan: el olor, que es ocasionado por las sustancias volátiles liberadas del producto, las cuales son captadas por el olfato; el color es uno de los atributos visuales más importantes en los alimentos y es la

luz reflejada en la superficie de los mismos, la cual es reconocida por la vista; la textura que es una de las características primarias que conforman la calidad sensorial, su definición no es sencilla porque es el resultado de la acción de estímulos de distinta naturaleza.

2.4.2. Propiedades organolépticas de los alimentos

Las propiedades organolépticas de los alimentos son las características físicas que pueden percibir de ellos los distintos sentidos, como el sabor, el olor, la textura y el color

La calidad y seguridad de los alimentos vienen garantizadas por los análisis microbiológicos, físicos y químicos. Pero, además, los alimentos también destacan por sus propiedades organolépticas, particularidades que se miden a través de análisis sobre las sensaciones que producen. Este análisis sensorial parte de cuatro parámetros básicos: color, sabor, textura y aroma. Con los años, esta disciplina va adquiriendo mayor importancia y tiene como principal objetivo favorecer las interacciones de un alimento que respondan a criterios de calidad y seguridad (Sancho et al., 1999).

Vista, olfato, gusto o tacto son algunos de los sentidos que hacen que un alimento sea apetecible o no (deben tener una textura concreta, un olor característico, un sabor agradable y un aroma específico). Se aprovechan de ella expertos, químicos de alimentos, ingenieros y especialistas en nutrición para intentar entender cómo algunos ingredientes o condiciones de almacenamiento afectan a las características sensoriales. Este método se utiliza sobre todo para

detectar las tendencias del mercado y las opiniones potenciales de los consumidores.

2.4.3. Tipos de análisis

A. Análisis descriptivo

Es aquel grupo de 'probadores' en el que se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (parte cualitativa) y su medición (parte cuantitativa). Se entrena a los evaluadores durante seis a ocho sesiones en el que se intenta elaborar un conjunto de diez a quince adjetivos y nombres con los que se denominan a las sensaciones. Se suelen emplear unas diez personas por evaluación (Sancho et al., 1999).

B. Análisis discriminativo.

Se emplea en la industria alimentaria para saber si hay diferencias entre dos productos, el entrenamiento de los evaluadores es más rápido que en el análisis descriptivo. Se emplean cerca de 30 personas. En algunos casos se llega a consultar a diferentes grupos étnicos: asiáticos, africanos, europeos, americanos, etc.

C. Análisis del consumidor

Se suele denominar también prueba hedónica y se trata de evaluar si el producto agrada o no, en este caso trata de evaluadores no entrenados, las pruebas deben ser lo más espontáneas posibles. Para obtener una respuesta estadística

aceptable se hace una consulta entre medio centenar, pudiendo llegar a la centena (Sancho et al., 1999). El análisis sensorial ha demostrado ser un instrumento de suma eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor, más aun cuando se desea ser protegido por una denominación de origen los requisitos son mayores, ya que debe poseer los atributos característicos que justifican su calificación como producto protegido, es decir, que debe tener las características de identidad que le hacen ser reconocido por su nombre (Amaro, 2010).

2.4.4. La función parámetros básicos.

A. Sabor.

Las papilas gustativas de la lengua son capaces de identificar cinco tipos de sabores: dulce, salado, amargo y ácido. Cada una de las partes de la lengua reconoce mejor uno u otro sabor, aunque todas las papilas pueden percibir todos los sabores (Anzaldúa, 1994). También se puede hablar de sabores inmediatos, como la acidez del ácido cítrico, y de sabores lentos, como la acidez del ácido málico (presente en algunas frutas y verduras con sabor ácido, sobre todo cuando no están maduras, como uvas, manzanas o cerezas).

B. Color.

Este parámetro es un indicador de las reacciones químicas que se producen en los alimentos tras someterlos a algún proceso térmico, como cuando la carne se oscurece al cocinarla (Sancho et al., 1999). Muchas de las variaciones de [color](#) son normales y no afectan a la inocuidad. La carne puede pasar de un rojo brillante a un tono más oscuro en función de las condiciones externas, sobre todo si entra en contacto con aire y luz (Anzaldúa, 1994). En este caso, se da un cambio en la mioglobina, un pigmento que le aporta el color característico oscuro. Cuando esto pasa, no significa que esté deteriorada, sino que se ha producido una oxidación. Pero en ocasiones, el color puede ser una señal de deterioro. (Sancho et al., 1999).

C. Textura.

Es una de las particularidades más diferenciadoras entre alimentos clave en las preferencias de los consumidores (Anzaldúa, 1994). Esta propiedad la evalúan los estudios reológicos, que se centran en el análisis de aspectos como la viscosidad, el grosor, la dureza o la rigidez. Algunos alimentos cambian de aspecto y textura durante el almacenamiento, de ahí que las medidas reológicas se usen para predecir la estabilidad de vida útil. En alimentos como el helado, se busca evitar que se formen cristales que, pese a no suponer un riesgo para los consumidores, sí pueden ser motivo de rechazo (Anzaldúa, 1994).

D. Aroma.

Esta propiedad, considerada una de las más difíciles de definir y caracterizar, viene dada por distintas sustancias volátiles presentes en los alimentos, bien de manera natural o procedente de su procesado (a través de aditivos alimentarios, como los aromas artificiales) (Amaro, 2010). Se considera que los productos vegetales son más ricos en estos compuestos volátiles, que aparecen también como productos secundarios de reacciones enzimáticas como la reacción de Maillard o la caramelización de los azúcares. (Sancho et al., 1999).

2.4.5. El papel de los catadores

A través del análisis sensorial, los catadores evalúan los distintos parámetros. Por un lado, el aspecto general del alimento, es decir, su color y brillo. También realizan análisis olfatos gustativos para medir el olor, el aroma y el sabor. La escala de valores va de más a menos y se mide el sabor por separado: dulce, amargo, ácido y astringente. Para analizar el aroma, los [catadores](#) expertos retienen en su cavidad bucal el alimento, lo que les permite dar con una escala de valores específica. Para evaluar la textura, se fijan en parámetros como la dureza, la viscosidad, la humedad o la pastosidad en la boca. El último paso es puntuar el grado de aceptabilidad en una escala que va desde "desagradable" a "muy desagradable" (Sancho et al., 1999).

Para llevar a cabo esta labor minimizando la subjetividad individual de cada catador, la ciencia en este campo ha desarrollado en los

últimos años técnicas normalizadas, prácticas específicas y estandarizadas que facilitan el análisis de los datos y la toma de decisiones finales (Amaro, 2010). Además, los catadores reciben formación específica en forma de entrenamientos destinados a las necesidades de las industrias alimentarias. La formación en este campo es, por tanto, fundamental (Anzaldúa, 1994). Con el olfato y el gusto entrenados, los catadores profesionales de alimentos pueden identificar la más sutil de las señales organolépticas.

2.5. RENTABILIDAD:

2.5.1. Concepto

La rentabilidad es el beneficio renta expresado en términos relativos o porcentuales respecto a alguna otra magnitud económica como el capital total invertido o los fondos propios (Morín, 2009). La rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recuso o dinero invertido (Beltrán et al., 2005)

Frente a los conceptos de renta o beneficio que se expresan en términos absolutos, esto es, en unidades monetarias, el de rentabilidad se expresa en términos porcentuales.

2.5.2. Costo y Beneficio

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende

determinar la conveniencia de proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto (Morín, 2009). Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc., prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas (Beltrán et al., 2005).

2.5.3. Interpretación Resultado Beneficio Costo

Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

- $B/C > 1$ indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente el proyecto debe ser considerado (Beltrán et al., 2005).
- $B/C=1$ Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.
- $B/C < 1$, muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar (Blank et al., 2006).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Granja Collai Cuy E.I.R.L. en la Comunidad de Challacollo, ubicada en el distrito de Ácora, Provincia y Dpto. de Puno, a 45 Km de la carretera panamericana Puno - Ilave, a una altitud de 3840 m.s.n.m., una temperatura media de 15.5°C (mín. 6°C y máx. 25°C), una precipitación media de 600 mm y una humedad relativa de 47% (Senamhi y Municipalidad de Acora, 2012); el periodo de evaluación fue entre los meses de Setiembre y Diciembre del año 2014.

3.2. INSTALACIÓN

Para el estudio se utilizó un galpón de cuyes construido de material concreto, con paredes de ladrillo y ventanas de ventilación, techo de fibra (Eternit) y claraboyas de iluminación natural, piso de concreto. Las pozas estuvieron construidas de madera con recubrimiento de malla hexagonal, previamente desinfectada, cada poza estuvo dividida con malla de 0.8 cm x 0.8 cm x 0.45 cm, donde se adecuaron un total de 24 pozas, orientadas de este a oeste en diagonal

al ingreso principal, cada poza estuvo identificada con el número de tratamiento y el número de repetición, la misma que será una unidad experimental con cuatro cuyes por poza; cada cuy, con un espacio útil de 0.16 m². (Cáceres et al., 2004). Se utilizó una balanza electrónica de 30 kg de capacidad con 1 g de sensibilidad, para pesar los animales y alimentos.

El galpón estuvo adecuado con las medidas de bioseguridad (limpieza, lavado, desinfección física y química) y restricción de ingreso. La entrada del galpón tendrá un pediluvio conteniendo cal viva que será removida 2 veces por semana. La limpieza de las pozas se realizará cada 21 días y la desinfección en forma semanal utilizando amonio cuaternario al 20% (2.5 ml/L de agua), Cid 20 (5 ml /L de agua) y Creso (1 ml /L de agua) alternadamente, además de la limpieza diaria de los pasillos.

3.3. ALIMENTO

3.3.1. Composición Química

Se utilizó cuatro dietas experimentales con tres niveles de inclusión (10, 20 Y 30 %) de residuos de quinua (Cuadro 5), en mezcla con diferentes alimentos, haciendo un balanceo. Los residuos de quinua (Jipi) se obtuvo de la comunidad de Challacollo de Acora, como subproducto de la trilla y separación de los tallos y hojas del grano de quinua de la cosecha 2014 (Ticona, 1981), almacenados en sacos de yute en un ambiente seco y limpio a temperatura del aire, bajo sombra; el análisis bromatológico de los residuos de quinua (Jipi), fue analizado en

los laboratorios de la Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia- Universidad Nacional del Altiplano - Puno, con una composición química que se muestran en la Cuadro 5.

Cuadro 5. Composición química de los residuos de quinua “Jipi”.

COMPOSICIÓN	VALOR, 100% MS
Humedad, %	4.8
Grasa bruta, %	4.8
Fibra detergente neutro, %	35.8
Proteína cruda, %	7.8
Cenizas totales, %	13.5
Carbohidratos no fibrosos, %	38.1
Energía bruta, Kcal/Kg de materia seca	4152

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal FMVZ-UNA- PUNO.

3.3.2. Dietas Experimentales

Se utilizaron cuatro dietas experimentales con tres niveles de inclusión de residuos de quinua (10, 20 y 30%) y una dieta control (0% de inclusión), en mezcla con distintos ingredientes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Dietas experimentales con diferentes niveles de inclusión de residuos de quinua para la alimentación de cuyes.

Ingredientes	D1	D2	D3	D4
Residuos de quinua	0	10	20	30
Maíz amarillo	20.001	10.000	10.000	25.718
Harina de Pescado	1.000	1.000	1.000	3.000
Torta de soya	10.000	10.000	10.000	11.491
Melaza de caña	1.000	1.000	1.000	1.000
Afrecho de trigo	65.861	63.283	56.389	27.477
Vitamina C sintética ®	0.022	0.020	0.020	0.020
Suplamin Difos	0.250	0.250	0.250	0.250
Sal común	0.389	0.397	0.404	0.252
Carbonato Calcio	1.447	4.048	0.935	0.793
Total	100.000	100.000	100.000	100.000
Nutrientes				
Proteína, %	16.787	16.001	15.467	15.000
Calcio, %	0.800	1.782	0.600	0.600
F.D.N.,%	30.978	37.833	43.831	42.265
E. M.,Kcal/kg	2605.236	2202.647	2040.631	2000.000
Fosforo	0.300	0.408	0.385	0.381
Sodio, %	0.200	0.200	0.200	0.150
Vit.C.%	0.022	0.020	0.020	0.020

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal FMVZ – UNA- PUNO

3.4. MATERIALES Y EQUIPOS

3.4.1. Materiales e Instalaciones para la ganancia de peso y consumo

- 96 cuyes pie de cría machos
- 24 pozas de 0.8 x 0.8 x 0.45, divididos con mallas.
- 24 bebederos y 24 comederos.

- Bomba de mochila, gavetas, carretillas, pala, escobas, sogas, azada, sacos, baldes.
- Insumos pecuarios (desinfectante, antiparasitario, vitamina, antibiótico, antiinflamatorio).
- Cuaderno de apuntes, registros.
- Alimento Balanceado (con niveles de desecho de quinua).

3.4.2. Materiales para la toma de muestra de heces

- Bolsa de plástico
- Bandejas de aluminio
- Espátula colectora de heces
- Bureta de 100 ml
- Mameluco
- Barbijo
- Cuaderno de registro

3.4.3. Equipos y materiales de laboratorio

- Estufa de convección
- Mufla de incineración
- Balanza de precisión
- Espátulas
- Molino
- Equipo de kjeldahl
- Calorímetro de bomba
- Congeladora
- Peletizador

- Aparato de extracción soxhlet
- Balones kjeldahl
- Frascos Erlenmeyer
- Beaker
- Buretas
- Crisoles.

3.4.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico
- Ácido bórico al 2%
- Catalizadores (sulfato de cobre, selenito de sodio)
- Hidróxido de sodio al 50%
- Alcohol etílico
- Hexano
- Rojo de metileno y azul de metileno
- Agua destilada
- Carbonato de sodio
- Alambre de la bomba calorimétrica.

3.4.5. Otros materiales

- Balde
- Lavador
- Cuaderno de control
- Cámara fotográfica
- Escobilla
- Laptop
- Calculadora

- Regla
- Tijera
- Pipeta
- Papel filtro
- Balanza de precisión.
- Equipo Veterinario, sanitario y de sacrificio.
- Trilladora.

3.5. VARIABLES EVALUADAS

3.5.1. CONSUMO (G DE MS/ANIMAL).

A. Metodología.

La cantidad de consumo de alimento será evaluado catorce, se determinó por tratamiento y por repetición. Se considerara un peso inicial del alimento ofrecido y al concluir la semana se hará el pesado del residuo y el desperdicio, por diferencia se obtendrá el consumo por lote (Altamirano, 1986).

B. Diseño Experimental:

La información recolectada sobre consumo de las raciones analizados a través de un diseño bloque completo a aza (4x4), con cuatro etapas (filas) y cuatro dietas (tratamientos), cuyos promedios han sido contrastados mediante la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando el programa SAS (SAS, 1990), sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001), a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \tau_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta

μ : Media general

ρ_i : Variación entre etapas (filas).

τ_k : Variación entre dietas (tratamientos).

ξ_{ijk} : Variación entre observaciones (error).

3.5.2. DIGESTIBILIDAD:

A. Metodología.

Para el experimento se utilizó un total de 8 cuyes machos de la línea Perú, de 4.5 meses de edad, clínicamente sanos, con un peso inicial promedio de $838 \pm 13.1g$, distribuidos al azar en 4 grupos (dietas); cada grupo de 2 unidades experimentales (jaulas) y cada jaula de 1 animal con su respectiva réplica (Cuadro 7), los cuales fueron identificados individualmente por medio de arete metálico con un numero grabado y colocado en la oreja izquierda de cada animal. Quince días antes del experimento, los animales fueron sometidos a tratamientos y observaciones sanitarias preventivas.

Cuadro 7. Distribución de muestra de cuyes para el experimento de digestibilidad y valor energético de los residuos de quinua.

NIVELES DE INCLUSIÓN	JAULAS	ANIMALES/JAULAS	TOTAL
Control	2	2	2
T1 10% de jipi	2	2	2
T2 20% de jipi	2	2	2
T3 30% de jipi	2	2	2
Total	8	8	8

El trabajo experimental de digestibilidad se realizó en la Granja de Cuyes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UNA Puno, mientras que los análisis químicos se hizo en los ambientes del Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano.

Para el experimento se utilizó una sala de digestibilidad acondicionada en la granja de cuyes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno, donde se instalaron 8 jaulas de digestibilidad, cada una con dimensiones de 30x30x35cm de altura, construidas de metal, recubiertas con malla hexagonal. En cada jaula se acondicionó una malla colectora de heces y un embudo colector de orina (Figura 1).

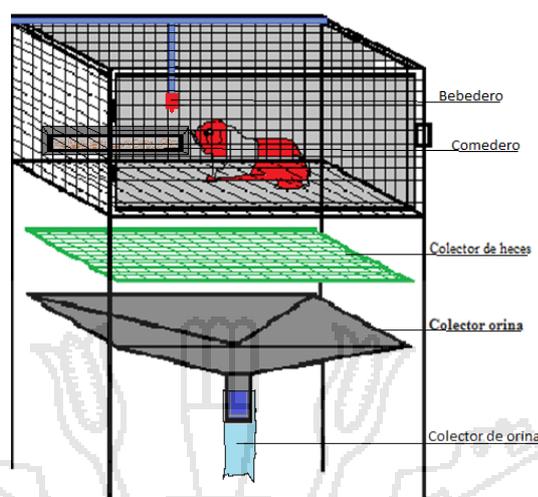


Figura 1. Diseño de las jaulas metabólicas de digestibilidad en cuyes.

El galpón fue adecuado con las medidas de bioseguridad (limpieza, lavado, desinfección física y química) y restricción de ingreso. La entrada del galpón tuvo un pediluvio de plástico conteniendo cal viva que fue removida 2 veces por semana. La limpieza de las jaulas se realizó cada 14 días y la desinfección en forma semanal utilizando amonio cuaternario al 20% (2.5 ml/L de agua), Cid 20 (5 ml /L de agua) y creso (1 ml /L de agua) alternadamente, además de la limpieza diaria de los pasillos.

A.1. Período de acostumbramiento

El período de acostumbramiento tuvo una duración de 7 días por etapa, para lograr que la flora microbiana y las características fisiológicas digestivas de los cuyes se ajusten a las nuevas dietas, además de evacuar el alimento anterior, la misma que se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia.

- a) Previa identificación individual se tomó el peso vivo de los cuyes y se les confinó en jaulas metabólicas individuales, dándoseles el manejo pertinente.
- b) El alimento fue ofrecido a los animales, en una cantidad de 50 g/día repartidos en dos partes, 25 g por la mañana y 25 g en la tarde, en horario fijo (6:00 y 18:00h).
- c) El agua se ofreció *ad-libitum* durante todo el periodo del experimento, cambiándoseles diariamente antes de ofrecer el alimento.

A.2. Determinación de la composición química

Una vez obtenida las muestras en materia seca, estas fueron molidas en un molino de impacto, a 2mm de diámetro de zaranda. Las muestras molidas fueron conservadas en bandejas de metal en condiciones de laboratorio, hasta realizar los análisis químicos.

La composición química se determinó mediante los métodos oficiales de la AOAC (1995), determinándose cenizas totales por incineración en mufla a 650°C por 4 horas, grasa bruta por extracción a reflujo con hexano en soxhlet, fibra detergente neutro por extracción a reflujo en vasos de Berzelius (Goering y Van Soest, 1970), y proteína cruda por el método microkjeldahl (Bateman, 1970). El contenido de

carbohidratos no fibrosos (CNF) se determinó por diferencia (Mertens, 1988).

$$CNF = 100 - (EE + FDN + PC + CT)$$

Donde:

EE: Extracto etéreo

FDN: Fibra detergente neutra

PC: Proteína cruda

CT: Ceniza total

A.3. Determinación de la digestibilidad de las dietas

La digestibilidad tuvo dos periodos: acostumbramiento y colección. El período de acostumbramiento tuvo una duración de 7 días por etapa, a fin de establecer el nivel de consumo de alimento, asegurar el recambio total de alimento en el tracto, ajustar el patrón enzimático al nuevo alimento, ajustar la población microbiana cecal al nuevo alimento. El período de colección tuvo una duración de 7 días, durante el cual se realizaron las mediciones cuantitativas de alimento ofrecido y rechazado, así como de heces excretadas.

El dispositivo de colección estuvo conformado por dos mallas: una malla de mayor diámetro de cocada por donde pasan heces y orina pero no pasa cuy, y otra malla de cocada pequeña por donde pasa orina y no pasan heces.

La frecuencia de colección fue cada 24 horas en horario fijo (7:00h). Cada serie de muestras, tanto de alimentos como heces fue mezclada, molida y guardada para los análisis químicos correspondientes.

Se realizaron las siguientes mediciones: consumo de alimento, excreción de heces, composición de los alimentos y de las heces. La digestibilidad de la materia seca y demás nutrientes se determinó mediante la fórmula de digestibilidad para el método de colección fecal total (Cochran y Galyean, 1994).

$$D, \% = \frac{\text{consumo} - \text{excreción}}{\text{consumo}} \times 100$$

Los nutrientes digestibles totales (NDT) se estimaron por deducción a partir del consumo de alimento, la excreción fecal y las composiciones químicas de alimento y heces, incluyendo en la composición, extracto etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), proteína total (PT), ceniza total (CT) y carbohidratos no fibrosos (CNF)

A.4. Nutrientes digestibles totales

Los nutrientes digestibles totales (NDT) consiste en la expresión más antigua de la energía disponible del alimento para el animal. Se obtiene a partir de un experimento de digestibilidad convencional de un alimento con animales, a través de la siguiente

ecuación (Nehring and Haenlein, citado por Roque, 2015).

$$\text{NDT, \%} = \frac{2.25Gd + Fd + Pd + CNFd}{MSC} \times 100$$

Donde:

EE : Extracto eterio (g)

FDN : Fibra detergente neutro (g)

PC : Proteína cruda (g)

CNF : Carbohidratos no fibrosos (g)

MSC : Materia seca consumida (g).

A.5. Energía digestible.

Corresponde a la diferencia entre la energía consumida en el alimento (EB) y la energía excretada en las heces (EF), según la siguiente ecuación (NRC, citado por Roque, 2015):

$$\text{ED, Kcal/Kg MS} = \frac{\text{EB, Kcal/d} - \text{EF, Kcal/d}}{\text{IMS, Kg}}$$

Donde:

EB : Energía bruta consumida en el alimento (Kcal/d).

EF : Energía bruta excretada en las heces (Kcal/d).

IMS: Ingestión de materia seca (Kg/d).

La energía digestible también puede estimarse a partir de NDT, utilizando el valor 4.4 Kcal por gramo de NDT (Schneider y Flatt, citado por Roque, 2015).

$$\text{ED, Kcal} = 4.4 \times \text{g NDT}$$

A.6. Determinación de la digestibilidad de los residuos de quinua “jipi”

La digestibilidad de los residuos de quinua “jipi” se terminó mediante el método de remplazo (Kleiber, 1972 y Dadgar et al., 2010).

$$D_{RQ} = \frac{D_d + 0.7D_b}{\%sustitución}$$

Donde:

DRQ: digestibilidad de los residuos de quinua “jipi”

Dd: digestibilidad de la dieta (basal + % de residuos de quinua “jipi”)

Db: digestibilidad de la dieta basal

% sustitución: 10, 20 y 30% (como fracción de 1: 0.10, 0.20 y 0.30).

B. Diseño Experimental.

El período de colección tuvo una duración de 7 días por etapa, para las mediciones cuantitativas de alimento ofrecido, rechazado y consumido, así como las heces excretadas, sujeto al diseño Cuadrado Latino (Cuadro 8) con 2 cuyes por dieta en todo momento.

Cuadro 8. Distribución de muestra en cuadrado latino 4 x 4 x 4.

	CUY 1	CUY 2	CUY 3	CUY 4
ETAPA 1	Residuo Quinua al 10%	Residuo Quinua al 20%	Residuo Quinua al 30%	Residuo Quinua al 0 %
ETAPA 2	Residuo Quinua al 20%	Residuo Quinua al 30%	Residuo Quinua al 0 %	Residuo Quinua al 10%
ETAPA 3	Residuo Quinua al 30%	Residuo Quinua al 0 %	Residuo Quinua al 10%	Residuo de Quinua al 20%
ETAPA 4	Residuo Quinua al 0 %	Residuo Quinua al 10%	Residuo Quinua al 20%	Residuo Quinua al 30%

Las heces se colectaron antes del suministro de los alimentos, luego fueron colocados en bandejas de papel aluminio debidamente identificadas con claves y fechas de colección, debidamente pesadas. El contenido de materia seca de las muestras de heces se determinó en estufa de convección, a 60°C, hasta peso constante, por un período ≥ 72 horas.

Los datos de digestibilidad se analizarán a través de un diseño Cuadrado Latino (4x4x4), con cuatro cuyes (columnas), cuatro etapas (filas) y cuatro dietas (tratamientos), cuyos promedios se analizarán con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando el

programa SAS (SAS, 1990), sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001), a un nivel de significancia de 5%

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \gamma_j + \tau_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta

μ : Media general

ρ_i : Variación entre etapas (filas).

γ_j : Variación entre cuyes (columnas).

τ_k : Variación entre dietas (tratamientos).

ξ_{ijk} : Variación entre observaciones (error).

3.5.3. GANANCIA DE PESO:

A. METODOLOGIA

Se utilizaron un total de 96 cuyes machos mejorados de la línea Perú, destetados a los 21 días de edad, clínicamente sanos, con un peso promedio de 320 g, provenientes de camadas de tres y cuatro crías, distribuidos al azar en 4 grupos (dietas); cada grupo de 6 unidades experimentales (pozas) y cada poza de 4 animales (Cuadro 9). El Período experimental tuvo una duración de 11 semanas. Las cuales fueron identificados individualmente por medio de arete metálico con un número grabado y colocado en la oreja izquierda de cada animal. La ganancia de peso de los animales se determinó cada catorce días, para evitar el stress, por diferencia entre el peso al final de la semana menos el peso inicial. La ganancia total, fue el resultado de la diferencia entre el peso final y el peso al inicial (Gómez y Vergara, 1994). Los datos que

fueron tabulados y promediados hasta el final del ensayo, que fue a los 105 días.

Cuadro 9. Distribución muestral de cuyes para el experimento de niveles de inclusión de los residuos de quinua.

Niveles de inclusión	Pozas	Animales/poza	Total
D1 = 0%	6	4	24
D2 = 10%	6	4	24
D3 = 20%	6	4	24
D4 = 30%	6	4	24
Total	24	4	96

B. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los datos de ganancia de peso final, total y diaria fueron analizados a través de un diseño completamente al azar con cuatro dietas (tratamientos), cuyos promedios se analizaron a través de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando el programa SAS (SAS, 1990), sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001), a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_k + \xi_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable de respuesta

μ : Media general

τ_k : Variación entre dietas (tratamientos).

ξ_{ijk} : Variación entre observaciones (error).

3.5.4. CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE CUY

A. METODOLOGIA

A.1. Análisis Organoléptico de la Carne

Para la determinación de esta variable utilizamos la prueba de uso de consumidor con un panel de degustación, que constó con el aporte de 20 personas degustadoras que calificaron los siguientes parámetros: sabor, color, olor, textura, grasosidad, jugosidad y aceptabilidad con un puntaje de 1 a 10, se tomó en cuenta los 4 tratamientos.

A.2. Metodología utilizada en el panel de degustación:

- **Para los Consumidores.**

Con 24 horas de anticipación, se solicitó a los degustadores que no consuman alimentos condimentados, cigarrillos y bebidas alcohólicas para una mejor degustación. No se manifestó a los degustadores que tipo de alimento iban a probar.

- **Preparación de la carne de cuy.**

Se tomaron en cuenta todos los tratamientos, dos cuyes por tratamiento para la faena

Los animales deben estar 15 horas en ayunas para ser faenados. Se realizó los siguientes pasos:

Los animales a ser faenados, son colocados en un lugar tranquilo, para evitar que estén

nerviosos, ya que el estrés ocasiona mala presentación de la carcasa. Se hizo el “aturdimiento”, que consiste en golpear al animal en la base de la cabeza (nuca), y proceder inmediatamente a cortar la yugular (por el cuello).

Colgar a los animales para desangrarlo y así obtener una carne blanca de excelente presentación. Introducir el cuy en agua caliente a una temperatura de 80° C – 90° C, esto es, antes de que hierva, se coloca el animal por unos 20 segundos para hacer fácil la retirada del pelo, el cual se desprende sin dificultades. Sacar el cuy del agua caliente y pelar inmediatamente y una vez pelado, se lava y se corta el cuy desde el ano hasta el cuello, evitando cortar los intestinos o reventar la vesícula, a fin de que la carne no tenga mal sabor.

Una vez abierto se procede a quitar las vísceras desde la tráquea hacia abajo. Para la preparación de la carne del cuy se procedió de la siguiente manera: no fue condimentada para mantener su sabor original, la cocción se realizó en una tamalera durante 25 minutos, tomando en cuenta que la carne no escurriera. Terminada la cocción procedió a cortar en trozos de 3cm x 3cm x1 cm para su degustación.

A.3. Panel de degustación

Colocamos los trozos de carne de cuy (4 muestras) en platos diferentes con su identificación respectiva. Cada consumidor se acercó a la mesa y en un plato comió las cuatro muestras.

Proceso de la degustación: *primero* cada consumidor en el plato tomó una sub-muestra por cada porción se degustó, saboreó y la calificó de acuerdo al cuestionario entregado y los factores de evaluación correspondientes; *segundo*, luego de degustar la muestra se depositaba en una funda de papel; *tercero*, masticaron un trozo de manzana y bebieron un poco de agua para neutralizar el sabor; *cuarto*, tomaron la siguiente muestra y repitieron los pasos anteriores hasta terminar con las cuatro muestras.

Después de haber terminado las cuatro muestras se pasó a retirar los cuestionarios ya con las calificaciones de cada consumidor.

La escala que se utilizó en la evaluación de las características organolépticas se detalla en los anexos.

B. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los datos del carácter organoléptico se analizó a través del diseño completamente al azar con 4 tratamientos (alimentos) cuyo modelo es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ : Media

τ_i : Variación entre dietas (tratamientos).

ξ_{ij} : Variación entre observaciones (error).

i : Número de tratamiento sobre cada variable organoléptica.

3.5.5. LA RENTABILIDAD EN LA CRAINZA DE CUYES

Se evaluó los índices productivos de los cuyes por un período de 4 meses, utilizándose fórmulas matemáticas para realizar el análisis económico de la crianza de cuyes, basados en la obtención de los costos totales y unitarios de la producción de gazapos, además de la rentabilidad económica.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes:

- Costo Total = Costo Fijo + Costos Variables

$$CT = CF + CV \text{ (Horngren et al., 2007)}$$

- Costo Unitario (C.U.) por gazapo al nacer:

$$CU = CT = S/. / \text{gazapo nacido.}$$

Donde:

CU = Costo unitario/gazapo nacido.

CT = Costo total.

UP = Unidades producidas (Gallejos et al., 2011).

- Costo de producción (C.P.) por cuy a diferentes edades: $C.P = CU + CASE$

Donde:

CU = Costo unitario por gazapo nacido.

CASE = Costo acumulado por semana evaluada

(Horngren et al., 2007).

Beneficio neto (BN): $BN = P \cdot Q - CP$

Donde:

P = Precio de venta (S/.).

Q = Unidades producidas.

CP = Costo de producción (S/.) (Sarría, 2007).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONSUMO

4.1.1. Consumo de materia seca

Cuadro 10. Consumo total del uso de residuos de quinua en la dieta alimentaria de la crianza de cuyes.

Residuo de quinua	Nº de periodos	Consumo total de la dieta en cuyes (gr.)	Consumo MS, g/día/cuy
20 %	6	3690 ^a ±6.8	47.9±0.1 ^a
30 %	6	3580 ^b ±5.5	46.5±0.1 ^b
10 %	6	3370 ^c ±5.2	43.8±0.1 ^c
0 %	6	2940 ^d ±9.8	38.2±0.1 ^d

(P≤0.05)

En el Cuadro 10, muestra el consumo total en cuyes según el uso de la proporciones del residuo de quinua; en el cual, los cuyes alimentados con la ración que tuvo 20 % de residuos consumieron en mayor cantidad de 3690 ± 6.8 g, esta fue superior a los cuyes alimentados con 30, 10 y 0.0 %, que tuvieron consumos de 3580 ± 5.5, 3370 ± 5.2 y 2940 ± 9.8 g , respectivamente; estos valores

mostraron diferencia altamente significativas ($P \leq 0.05$) a la Prueba Múltiple de Significación de Tukey, Cuadro 2 (Anexo)

Los valores encontrados fueron superiores a los reportes de Quintana et al. (2012) quienes evaluaron el efecto de suplementación de harina de cebada y minerales sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento, en el cual los tratamientos constituidos fueron alfalfa, alfalfa/mineral, alfalfa/mineral/harina de cebada, alfalfa/harina de cebada y concentrado mostraron consumo de alimento por cuy 2386, 2509, 2743, 2794 y 1611 gramos, respectivamente ($P < 0.05$).

Torres et al. (2013) estudiaron el efecto del uso de probióticos sobre el comportamiento productivo en cuyes hasta los 65 días de edad, en el cual reportaron consumos de materia seca de 3110.70, 3564.30, 3994.4, 3712.8 y 3293.9 g, para dosis de 100, 150, y 200 ml de probióticos, antibiótico y grupo control, respectivamente ($P > 0.05$).

4.2. DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA.

En el ANVA del cuadro 3 (Anexo), observamos que no existe diferencias significativas en la variación de digestibilidad en vivo de los cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en la dieta ($P > 0.05$); lo cual indica que ninguno de las proporciones de residuo de quinua incluida en la ración alimentaria de cuyes influyen en la digestibilidad. Los cuales contrastados la comparación de medias utilizando Prueba Múltiple de Significación de Tukey ($P > 0.05$).

Cuadro 11. Digestibilidad de materia seca de residuos de quinua en la dieta alimentaria de la crianza de cuyes.

Residuo de quinua	Nº de periodos	Digestibilidad (gr.)	Desviación estándar	Coefficiente de variabilidad
0 %	4	75.54	2.85	3.77
30 %	4	73.86	0.93	1.26
20 %	4	71.46	1.53	2.14
10 %	4	71.20	2.12	2.98

($P > 0.05$)

En el Cuadro 11, se observa la digestibilidad en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua; en donde la ración que contiene 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de residuos de quinua resultaron 75.54 ± 2.85 , 73.86 ± 0.93 , 71.46 ± 1.53 y $71,20 \pm 2.12$ %, respectivamente.

Huayhua et al. (2008) reporta 70.57 y 69.2 % de digestibilidad en materia seca de la cascara de algodón y cascarilla de arroz, respectivamente. Mientras Kajjak et al. (1991) Realizó estudios de digestibilidad de la materia seca del grano de cebada, cascara de quinua, cascara de kiwicha y cascara de Tarwi en cuyes de 13 semanas de edad obteniendo valores de 78.24, 68.17, 62.79, 80.78%), los cuales son datos similares a lo obtenido en el presente trabajo de investigación con jipi de quinua en comparación a la cascara de quinua.

Asimismo Mamani (1997) reporta 65.42 de digestibilidad en materia seca de cañihua germinada, 79.36 % para cebada germinada,

74.19 % para alfalfa fresca. Y Alencastre (1972) reporta 62.20 y 63.12 % de digestibilidades para materia seca del grano de quinua y grano de cañihua, respectivamente. Porras et al. (1991) quienes reportan 79.1% de digestibilidad en materia seca de cebada molida como dieta control y cáscara de kiwicha, cáscara de quinua y 89.9 % con cáscara de tarwi que, fueron superiores al estudio “jipi” de quinua.

Valores superiores encuentra Clemente et al. (2013), 76.0 % de digestibilidad de materia seca de la mezcla de (*Medicago sativa* + *Puya llatensi*), siendo mayor a lo obtenido al de “jipi” de quinua. Igualmente Gomez et al. (1998) realizó estudios de comparación de digestibilidad aparente de la materia seca del sorgo grano y harina de pescado en cuyes obteniendo 84.50 y 82.37% de digestibilidad, los cuales son mayores a lo obtenido con el “jipi” de quinua.

Arenaza y Vergara (1996) obtuvieron 60.30 % de digestibilidad en base a la harina de alga seca. Y Reyes y Vergara (2012) determina la digestibilidad de 76.66 % con el 20 % de Harina de Plumas hidrolizado.

Chauca et al. (1994) quienes al determinar la digestibilidad aparente de 60.76 % de la alfalfa (*Medicago sativa*) producida en la costa central para la alimentación de cuyes.

4.3. GANANCIA DE PESO

Según ANVA del Cuadro 6 (Anexo), evidencia que existen diferencias altamente significativas en la variación de peso vivo final en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en la dieta; lo cual indica que algunas proporciones de residuo de quinua incluida en la ración

alimentaria de cuyes influyen en el mayor incremento de peso. Los cuales contrastados mediante comparación de medias utilizando Prueba Múltiple de Significación de Tukey, se explica en la siguiente cuadro.

Cuadro 12. Peso vivo inicial, final y ganancia de peso de los cuyes por efecto de la inclusión de residuos de quinua.

Variable	T0	T1	T2	T3	P _{value}
Consumo MS, g/día/cuy	38.2±0.1 ^d	43.8±0.1 ^c	47.9±0.1 ^a	46.5±0.1 ^b	<.0001
Peso vivo inicial, g	319.9±1.5 ^a	320.2±1.4 ^a	319.8±1.3 ^a	320.2±1.4 ^a	0.6681
Peso vivo final, g	695.6±3.9 ^d	700.5±3.4 ^c	810.4±4.6 ^a	743.6±2.6 ^{ab}	<.0001
Ganancia de peso vivo g/período (77 días)	375.7±3.4	380.3±2.9	490.6±4.7	423.4±2.6	<.0001
- g/día	4.88±0.04 ^d	4.94±0.04 ^c	6.37±0.06 ^a	5.50±0.03 ^b	<.0001
Conversión alimenticia	7.83±0.02 ^b	8.86±0.03 ^c	7.52±0.03 ^a	8.46±0.00 ^b	<.0001

T0 = dieta basal + 0% de residuos de quinua; T1, T2 y T3 = dieta basal + 10, 20 y 30% de residuos de quinua, respectivamente.

En el Cuadro 12, se observa el incremento de peso final en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua; en donde la ración que contiene

20 % de residuos de quinua resultó ser el mayor incremento de 810.4 ± 4.6 gramos, comparado a los cuyes alimentados con 30, 10 y 0.0 % que lograron alcanzar pesos finales como 743.6 ± 2.6 gramos, 700.5 ± 3.4 y 695.6 ± 3.9 gramos, respectivamente; estos últimos fueron inferiores y diferentes en la variabilidad de peso final ($P \leq 0.01$).

Los promedios del presente estudio fueron similares al reporte de Gallego et al. (2011), quienes encuentran pesos finales como 705 ± 26.06 en cuyes machos y 651 ± 32.2 gramos en hembras con una alimentación mixta en la fase de crecimiento y engorde.

En el ANVA del cuadro 2 (Anexo), encontramos que existe diferencias altamente significativas en la variación de ganancia de peso vivo en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en la dieta por un periodo de 77 días ($P \leq 0.01$); lo cual induce a aseverar que, en uno de las proporciones de residuo de quinua incluida en la ración alimentaria de cuyes influye en el mayor ganancia de peso vivo cuando son comparados a los otros tratamientos, las mismas fueron contrastados los promedios mediante Prueba Múltiple de Significación de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En la Cuadro 12, se observa la ganancia de peso vivo en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en un periodo de 77 días; en donde la ración que contiene 20 % de residuos de quinua resultó ser el de mayor incremento de 490.6 ± 4.7 g, comparado a los cuyes alimentados con 30, 10 y 0.0 % lograron alcanzar ganancia de peso vivo como 423.4 ± 4 g, 380.3 ± 2.9 g y 375.7 ± 3.4 g respectivamente; estos últimos fueron inferiores al del tratamiento 20 % y diferentes en la variabilidad de ganancia de peso ($P \leq 0.05$).

Los valores encontrados en el presente estudio fueron inferiores a los reportes de Vidaurre (2009) quién evaluó tres niveles de cebada grano 0, 20 y 40% en el alimento para la etapa de crecimiento para cuyes por un periodo de 49 días; del cual, obtuvieron una ganancia de peso de 650 gramos con el 40 % cebada grano; diferencia que se debe al mayor contenido de nutrientes que aporta el grano de cebada a comparación de jipi de quinua. Asimismo nuestros valores son inferiores al estudio de Quintana et al. (2012) quiénes evaluaron el efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes en crecimiento en el Valle del Mantaro, suplementando dietas a base de alfalfa verde con harina de cebada más una mezcla mineral logró alcanzar ganancia de peso de 419, 448, 536, 522 y 532 gramos/cuy correspondientes a los tratamientos constituidos a base de alfalfa, alfalfa/mineral, alfalfa/mineral/harina de cebada, alfalfa/harina de cebada y concentrado, respectivamente ($P < 0.05$); esta diferencia se debe al mayor contenido de proteína por parte de alfalfa y otros insumos.

Torres et al. (2013) estudiaron el efecto del uso de probióticos sobre el comportamiento productivo en cuyes hasta los 55 días de edad, en el cual encontró ganancias de peso de 717.19, 654.78, 695.13, 616.09 y 659.89 gramos para dosis de 100, 150, y 200 ml de probióticos, antibiótico y grupo control, respectivamente ($P < 0.05$),

Altamirano et al. (2012) estudiaron el efecto del aceite semi refinado de soya en la dieta de cuyes en crecimiento y engorde; en el cual, de los niveles de 0, 2, 4 y 6% de aceite semi-refinado de soya, el mejor resultado 825 gramos de ganancia de peso fue con el 2 %. Superioridad

que se debe al mayor contenido de nutrientes en el aceite de soya semi refinado.

Valores similares reporta Guevara et al. (2012) quienes evalúan el efecto de 3 niveles de papa de tercera categoría en el engorde de cuyes, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho; dietas con 0%, 10 %, 20 % y 30 % de harina de papa, lograron mejor ganancia de 500 gramos con 20 %.

En el ANVA del cuadro 8 (Anexo), se observa que existe diferencias altamente significativas en la variación de ganancia de peso vivo en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua en la dieta por un periodo de 77 días ($P \leq 0.01$); lo cual indica que en uno de las proporciones de residuo de quinua incluida en la ración alimentaria de cuyes influye en el mayor ganancia de peso vivo. Los cuales contrastados la comparación de medias utilizando Prueba Múltiple de Significación de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En la Cuadro 12, se observa la ganancia de peso vivo en cuyes por efecto del uso de residuos de quinua; en donde la ración que contiene 20 % de residuos de quinua resultó ser el mayor incremento de 6.37 ± 0.06 gramos, comparado a los cuyes alimentados con 30, 10 y 0.0 % lograron alcanzar ganancia de peso vivo como 5.50 ± 0.03 gramos, 4.94 ± 0.04 y 4.88 ± 0.04 gramos, respectivamente; estos últimos fueron inferiores y diferentes en la variabilidad de peso final ($P \leq 0.01$).

Los valores encontrados en el presente estudio son inferiores al reporte de Mattos et al. (2012), donde evaluaron en un periodo de engorde de 70 días, el efecto del ensilado de pescado en la ganancia de peso diario (g) de los cuyes alimentados con dietas conteniendo 0, 10, 20 y 30% de

ensilado de pescado mostraron ganancias 5.8, 8.7, 9.3 y 9.6 g respectivamente. La superioridad se debe al alto contenido de proteínas que posee el ensilado de pescado.

Clemente et al. (2003) encontraron ganancias de peso vivo diario de 8.23, 8.25, 7.78, 6.67 y 2.95 g, respectivamente; sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0.05$); cuando fueron sometidos a los T1 (Control = cebada + alfalfa 100%), T2 (cebada + alfalfa 75% + *Puya llatensis* 25%), T3 (cebada + alfalfa 50% + *Puya llatensis* 50%), T4 (cebada + alfalfa 25% + *Puya llatensis* 75%), T5 (cebada + *Puya llatensis* 100%).

Los promedios del presente estudio fueron similares al reporte de Cortes (2015) quien evaluó el polvillo de Qañäwa (*Chenopodium pallidicaule*, A.) en la alimentación de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento, encontrando una ganancia de peso diario de 6.5 gramos/día en machos y en hembras 5.7 gramos ($P>0.05$), con una alimentación mixta en la fase de crecimiento y engorde.

Estos valores encontrados son inferiores a los reportes de Quintana et al. (2012) quienes evaluaron el efecto de suplementación de harina de cebada y minerales sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento, en el cual los tratamientos constituidos fueron alfalfa, alfalfa/mineral, alfalfa/mineral/harina de cebada, alfalfa/harina de cebada y concentrado mostraron ganancias diarias por cuy 2386, 2509, 2743, 2794 y 1611 g, respectivamente ($P<0.05$).

4.4. CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE CUY (DEGUSTACIÓN).

A. OLOR:

En el cuadro 13, se observa la evaluación del olor de la carne de cuy, alimentados con residuos de Quinua (10, 20 y 30%) y sin residuos de Quinua (0%), en la cual, los cuyes que fueron alimentados con el 20 % de Residuos de Quinua, con un promedio de 8.8500 ± 1.08342 , tiene un olor agradable; los cuyes alimentados con el 30% y el 0% (sin residuos de Quinua), con un promedio de 8.7000 ± 1.08034 y 6.4500 ± 1.79106 , y en la degustación de la carne, ambos presentan un olor penetrante; y los cuyes alimentados con 10% de residuos de Quinua, con un promedio de 5.8000 ± 1.23963 , y presenta un olor desagradable.

Cuadro 13. Evaluación del olor de la carne de cuy, alimentados con residuos de Quinua al 10%, 20%, 30%, y el 0% sin residuos de Quinua

Dietas con Residuo de Quinua	N° De personas (degustadores)	Promedio	Desviación estándar	Sig.
T20	20	8.8500	± 1.08342	a
T30	20	6.7000	± 1.08034	b
T0	20	6.4500	± 1.79106	b
T10	20	5.8000	± 1.23963	b

CV=19.49143

Resultados diferentes a los publicados por Hulan y Ackman (1990), donde incorporo 5% Omega 3, de quienes encontraron olor a pescado en la carne de animales de consumo, esto se debe a que dichos autores no balancearon los insumos empleados en la ración alimenticia, probablemente usaron altos porcentajes de aceite y harina de pescado en la dieta.

B. SABOR

En el Cuadro 14, detalla el sabor de la carne de Cuy, alimentados con 10, 20 y 30% de residuos de Quinua y el 0% sin residuos de Quinua en la dieta, donde el tratamiento 2 con 20% de residuos de Quinua en la dieta fue superior a los demás tratamiento, con un promedio de 8.4500 ± 1.23438 , y un resultado de percepción de un sabor normal. Seguidamente de los tratamientos 3 con 30% y el tratamiento control con 0%, con un promedio de 7.2000 ± 1.43637 y 6.7000 ± 1.38031 , con un resultado de percepción de sabor ácido, en ambos tratamientos. Y por último el tratamiento 1 con 10% de residuos de Quinua adicionado en la dieta, con un promedio 5.0000 ± 1.02598 y un resultado de percepción de sabor agrio.

Cuadro 14. Evaluación del olor de la carne de cuy, alimentados con residuos de Quinua

Dietas con Residuo de Quinua	N° De personas (degustadores)	Promedios	Desviación estándar	Sig.
T20	20	8.4500	±1.23438	a
T30	20	7.2000	±1.43637	b
T0	20	6.7000	± 1.38031	b
T10	20	5.0000	±1.02598	c

CV= 18.80267

C. JUGOSIDAD.

En el Cuadro 15, se detalla la jugosidad de la Carne de Cuy, Alimentados con residuos de Quinua con 10, 20, 30 % y 0% sin residuos de Quinua, los cuyes alimentados con el 20% y 30 % de residuos de Quinua, fueron superiores a los demás tratamientos, con un promedio de 7.5500 ± 1.19037 y 7.0500 ± 1.57196 , y un resultado de Moderadamente jugoso, en cambio el tratamiento control con 0% sin residuos de Quinua y el tratamiento 1 con 10% de Residuos de Quinua obtuvieron un promedio de 5.0500 ± 1.39454 y 4.5500 ± 1.09904 , y un resultado de ligeramente jugoso.

Cuadro 15. Evaluación de la jugosidad de la carne de cuy, alimentados con residuos de Quinua.

Dietas con Residuo de Quinua	N° De personas (degustadores)	Promedio	Desviación estándar	Sig.
T20	20	7.5500	± 1.19037	a
T30	20	7.0500	±1.57196	a
T0	20	5.0500	±1.39454	b
T10	20	4.5500	±1.09904	b

CV = 23.16948

D. TEXTURA.

En el Cuadro 16, detalla que el tratamiento 2, con el 20% de residuos de Quinua, tiene un promedio de 8.2000 ± 1.36111 , tiene un resultados en la percepción de la carne de cuy con una Textura firme, y es superior a los demás tratamiento, el tratamiento 3, con el 30% de los residuos en la dieta, tiene un promedio de 6.9000 ± 1.07115 , y su carne presenta una textura fibrosa, los tratamiento 1 con 10% de residuos de Quinua y el tratamiento control con 0% sin residuos de quinua presentan una carne muy granulosa.

Cuadro 16. Evaluación de la textura de la carne de cuy alimentados con el 10, 20 y 30% con residuos de Quinua y el 0 % sin residuos de Quinua

CV=17.47541

E. GRASOCIDAD

En el Cuadro 17, detalla que el tratamiento 2, los cuyes

Dietas con Residuo de Quinoa	N° De personas (degustadores)	Promedio	Desviación estándar	Sig.
T20	20	8.2000	± 1.36111	a
T30	20	6.9000	± 1.07115	b
T10	20	5.7500	± 1.16416	c
T0	20	4.7500	± 1.01955	D

alimentados con 20 % de Residuo de Quinoa, tienen un promedio de 8.1500 ± 1.38697 , por lo tanto a la hora de la degustación, la carne presenta una grasocidad normal; seguida del tratamiento control 0% sin residuos de Quinoa, con un promedio de 7.0000 ± 0.97333 , la carne presento un resultado poco grasoso, y al final los tratamiento 30% y el 10%, con un promedio de 6.0000 ± 1.65434 y 5.4500 ± 1.23438 , en la degustación de la carne presentaron un resultado de grasoso, hubo diferencia significativa

entre los tratamientos, evidenciando así que la grasocidad es similar.

Cuadro 17. Evaluación de la grasocidad de la carne de cuy, alimentados con 10, 20, 30% de Residuos de Quinua y 0% dieta control.

Dietas con Residuo de Quinua	N° de personas (degustadores)	Promedio	Desviación estándar	Sig.
T20	20	8.1500	± 1.38697	a
T0	20	7.0000	± 0.97333	b
T30	20	6.0000	± 1.65434	c
T10	20	5.4500	± 1.23438	c

CV=20.91841

4.5. RENTABILIDAD

Cuadro 18. Relación costo beneficio en la crianza de cuyes.

	T – 0 Sin residuos de Quinoa	T -1 Con 10% de residuos de Quinoa	T – 2 Con 20% de residuos de Quinoa	T – 3 Con 30% de residuos de Quinoa
Número de animales	24	24	24	24
Costo de animales	60	60	60	60
Costo del alimento	75.3	81.2	72.9	77.5
Sanidad y otros	54.7	54.7	54.7	54.7
Total	214	219.9	211.6	216.2
Venta de animales	408	408	408	408
B/C	1.91	1.86	1.93	1.89
Utilidad neta	194	188.1	196.4	191.8
Rentabilidad	90.65	85.54	92.82	88.71

En el Cuadro 18, se detalla la evaluación económica durante la etapa de investigación con inclusión de residuos de Quinoa, las respuestas económicas considerando que los cuyes se los destina para la venta de carne, se registró mayor rentabilidad al emplearse el 20 % de residuos de Quinoa en la dieta de los Cuyes por cuanto alcanzo un beneficio/costo de 1.93, que representa una rentabilidad del 92.82 % que es superior a los demás tratamientos, seguido del tratamiento control

del 0 % sin inclusión residuos de Quinoa con un beneficio/costo de 1.91, cuya rentabilidad es de 90.65, también encontramos el Tratamiento del

30% con inclusión de residuos de Quinua con un beneficio/costo de 1.89, y una rentabilidad de 88.71 %, y el tratamiento con 10% con inclusión de Residuos de Quinua con un beneficio/costo de 1.86 y una rentabilidad de 85.54%.

El uso de residuos de Quinua es altamente rentables y eficiente en el balanceo de la Dieta, de manera que se podría optar por la utilización de Residuos de Quinua en la crianza de cuyes, entre sus beneficios adicionales obtener carne de una alta calidad nutritiva.

Villarreal (2013) detalla que en la Evaluación de tres dietas alimenticias, con el tratamiento 3 a base de 60% de llantén forrajero, 10% de Maíz y 30% Avena forrajera, obtuvo con un beneficio / costo de 1.33 y una rentabilidad de 32.98%.

Mozombite (2013) al evaluar tres dietas en base de diferentes niveles de Harina de Hoja de morera (*morus nigra*) como sustituto parcial de la harina de soya y su efecto sobre los parámetros productivos del cuy, obtuvo 1.08 de beneficio/ costo y una rentabilidad de 8.2%.

Sánchez et al. (2007) Utilizando gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus*) en la zona de la Maná. Obtuvo la mayor rentabilidad de 52.4% y con un beneficio/costo de 1.52, al utilizar alimentos con hoja de maíz + balanceado en cuyes machos.

Sanchez (2015) al evaluar de cuatro raciones alimenticias en el crecimiento y engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la Universidad Nacional de San Martín, obtuvo con el tratamiento 2 a base

de alimento balanceado, una rentabilidad de 41.6 % y con un beneficio/costo de 1.41.



CONCLUSIONES

El consumo total en cuyes por 77 días alcanzó a 3690 ± 6.8 g con la ración que contiene 20 % de residuos de quinua, y fueron inferiores con los demás proporciones ($P \leq 0.05$).

La digestibilidad en cuyes por efecto del 0 %, 10 %, 20 % y 30 % de residuos de quinua fueron de 75.54 ± 2.85 , 73.86 ± 0.93 , 71.46 ± 1.53 y 71.20 ± 2.12 %.

El mayor incremento de ganancia de peso fue de 490.6 ± 2.72 gramos y la ganancia diaria de 6.46 ± 0.04 gramos con la ración que contiene 20 % de residuos de quinua e inferiores a los otros tratamientos ($P \leq 0.05$).

El efecto de los tratamiento (dietas) del 0%, 10%, 20% y el 30% sobre el carácter organoléptico (olor, sabor, textura, jugosidad y grasocidad) de la carne cuy, el 20% de residuos de quinua en la ración tienen mayor efecto, con un olor agradable, promedio de 8.8500 ± 1.08342 , un sabor normal, con un promedio de 8.4500 ± 1.23438 ; Moderadamente jugoso, con un promedio de 7.5500 ± 1.19037 ; una Textura firme, un promedio de 8.2000 ± 1.36111 , y una grasocidad normal, un promedio de 8.1500 ± 1.38697 .

La mayor rentabilidad se obtuvo con el 20% de inclusión de residuos de Quinua en la dieta, con una rentabilidad de 92.82% y un beneficio/costo de 1.93, y nos permite recomendar el uso de este ingrediente al 20% en la elaboración del alimento balanceado.



RECOMENDACIONES

- A los interesados para esta actividad de crianza de cuyes se recomienda utilizar el 20 % de residuos de quinua para lograr óptimas ganancias de peso y mejor rentabilidad.
- Evaluar el efecto de la utilización de residuos de Quinua en otras especies de interés zotécnico, debido a que el análisis de laboratorio, indica que esta materia prima tiene un alto valor nutricional estimulando el crecimiento y mejorando los parámetros productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abugoch, L., Romero, N., Tapia, CA., Silva, J., y Rivera, M. (2008). Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) protein isolates. J. Agric. Food Chem, pp, 56:4745-4750.
- Alencastre, M. S. (1972). Digestibilidad *in vitro* (primera etapa) de materia seca en granos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y cañihua (*Chonopodium paltidicaule allen*) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- ADEX (Asociación de Exportadores del Perú)/USAID (Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)/MSP/COSUDE (El Ministerio del Ambiente y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación). (1996). Quinoa Estudio de la Demanda. Lima, Perú.
- Agustín, R. (1973). Efecto del área y densidad de crianza en el engorde de cuyes (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Aliaga, L. (1996). Producción de cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú. 1ª ed. Huancayo, Perú. Edit. UNCP.
- Alcivar, J. (2012). Utilización de Harina de maní forrajero (*Arachi pinto*) en la alimentación de cobayos (*Cavia Porcellus*) en la Parroquia la Unión, Provincia de los Ríos (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.
- Altamirano, A. (1986), La Importancia Del Cuy: Un Estudio Preliminar. Serie Investigaciones, 8 (4), 61 – 88.

- Amaro, D. (2010). Higiene, Inspección y Control De Los Alimentos. Argentina: Publicaciones del departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba.
- Amaro, F. (1977). Diferentes niveles de vitamina C en la alimentación de cuyes a base de concentrado, desde el destete hasta la saca (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú
- Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia.
- Association official of analytical chemists (AOAC). (1995). Official methods of analysis, Washington, DC
- Apaza, V. y Delgado, P. (2005). Manejo y Mejoramiento de Quinoa Orgánica. Puno, Perú.
- Arroyo, O. (1986). Avances de Investigación sobre cuyes en el Perú. Proyecto PISA, INIPA, CIID, ACDI. Series de –Informes técnicos N° 7, pp. 331
- Aylwin, P. (1987). Validación del método de digestibilidad *in situ* y su comparación con el método *in vitro* y de digestibilidad aparente (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile, Chile.
- Bateman, J. (1970). Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México: Herrero Hermanos.
- Banks, R. (1989). The Guinea Pig: biology, care, identification, momenclature, breeding, and Genetics. www.netvet.wustl.edu/species/guinea/guinpig.txt.

- Benito, D. (2008). Evaluación de la suplementación de vitamina C estabilizada en dietas paletizadas de inicio y crecimiento en cuyes mejorados (*Cavia porcellus L.*) (Tesis de Maestría). Escuela de Postgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Bustamante, J. (1993). Producción de cuyes. Lima.
- Campos, JA. (2003). Digestibilidad de leguminosas y gramíneas forrajeras en la alimentación de cuyes (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
- Castro, B. y Chirinos, P. (1994). Avances en nutrición y alimentación de Crianza de Cuyes. Guía Didáctica Universidad Nacional del centro Huancayo, 136 – 146.
- Castro, H. (2000). “Formulación de Dietas Balanceadas en base a granos de desecho de maíz, trigo y cebada para Cuyes” (Tesis de Pregrado). Facultad de Biología y Agricultura, Brigham Young University. Utah, EE.UU.
- Carrasco, C., Cuno, D., Carlqvist, K., Galbe, M., and Lidén, G. (2014). SO₂-catalysed steam pretreatment of quinoa stalks. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 90 (1), 64 – 71.
- Cáceres, F. (2004). Evaluación del espacio vital de cobayos mejorados criados en pozos en el valle del Mantaro (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Cáceres, F., Jiménez, R., Ara, M., Huamán, H., y Amparo, C. (2004). Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. *Revista de Investigación veterinaria. Perú*, 15 (2), 53 - 62

- Cayllahua, F., Condori, D., Cordero, A., Veliz, M., y Contreras, J. (2015). Sustitución gradual de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) Por el germinado de cebada (*Hordeum vulgare*) en raciones de cuyes (*Cavia porcellus* L.) En la etapa de crecimiento. *Revistas Complutense de Ciencias Veterinarias*, 9 (2), 36 – 71.
- Caycedo, VA. (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación (Tesis de Pregrado). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Pasto, Colombia.
- Chauca, L. (1997). Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). En: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.HTM>
- Chamorro, L. (1990). Momento óptimo económico para la comercialización de cuyes para consumo en Tingo María (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Lima, Perú.
- Clemente, E., Arbaiza, T., Carcelén, F., Lucas, O., y Bazán, V. (2003). Evaluación del valor nutricional de la Puya Llatensis en la alimentación del cuy (*cavia porcellus*). *Revista de Investigación Veterinarias UNMSM*, 14 (1), 1 – 6.
- Cochran, R.C. and Galyean, M.L. (1994). Measurement of in vivo foragen digestion by ruminant. In : Fahey, G.C. Jr Forage Quality, Evaluation, and Utilization, 1994 (26), 613 – 643.
- Collazos, O. (1996). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima, Perú.
- Coulter, L. y Lorenz, K. (1990). Quinoa-composition, nutrition value, food applications. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 23 (3), 203-215.

- Coyotopa, V. (1986). Rendimiento reproductivo y productivo en cuyes de acuerdo a la densidad por poza (Tesis de Pregrado). Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Cortez, H. (2016). Evaluación de cuatro niveles de polvillo de Qañäwa (*Chenopodium pallidicaule*, A.) en la alimentación de Cuyes (*Cavia porcellus* L.) en crecimiento. *Apthapi*, 2 (1), 8 - 10.
- Crodau, M. (1977). Comparative Study of Energy Consumption in Biological and Conventional Agriculture. *International Foundation for Organic Agriculture description and annotated links IFOAM*, 20 (8), 13 – 19.
- Dadgar, S., Saad, C. R., Kamarudin, M. S., Alimon, A., Harmin Satar, S. A., and Nafisi, A. A. (2010). Partial or Total Replacement of Soybean Meal with Iradian Cottonseed Meal in Diets for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Research journal of Fisheries and Hydrobiology*, 4 (1), 22 - 28.
- De Lucía, M. y Assennato, D. (1993). “La Ingeniería agraria en el desarrollo, manejo y tratamiento de granos postcosecha”. *Servicios Agrícolas de la FAO*, 93. Roma.
- Doweidar, M. and Kamel, A. S. (2011). Using of quinoa for production of some bakery products (gluten-free). *Egyptian J. of Nutrition*, 24 (2), 21-52.
- FAO. (2010). Food and agricultura organization of the united nations. (INDDA) Instituto de Desarrollo Agroindustria. INPhO compendio de poscosecha. EEUU.
- FAO. (2011). Quinoa. An ancient crop to contribute to world food security. Regional office for Latin America and the Caribbean. Rome.

- FAO. (2013). International Year of Quinoa Secretariat, Nueva York.
- Givens, D., Everingto, J., and Adamson, A. (1990). The digestibility and metabolisable energy content of grass silage and their prediction from laboratory measurements. *Animal Feed Science and Technology*. 24 (1), 27-43.
- Goering, H. y Van Soest, J. (1970). Evaluación de la fibra en los forrajes (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Gómez, C. y Vergara, V. (1994). Fundamentos de la nutrición y alimentación de cuyes. *Crianza de Cuyes*. Lima – Perú.
- Gómez, M., Vergara, V., y Hidalgo, V. L. (1998). “Determinación de la digestibilidad y energía digestible del sorgo grano y harina de pescado prime para el cuy”. *Resumen de investigación en alimentación Mixta*, 10 (7), 11-12.
- González, A. y Falcón, N. (1999). Análisis de datos en Medicina Veterinaria. Lima, Perú.
- Hanna, J. M., and Hornick, C. A (1977). Use of coca leaf in southern Perú: adaptation or addiction. *Bull Narc.*, 29 (1), 63-74.
- Held, A. (1994). Energía digestible y metabolizable in vivo de ensilajes de maíz de dos variedades de diferente precocidad (Tesis de Pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Higaonna, R. (2005). Producción y manejo de cuyes. Guía didáctica. Lima: publicaciones INIA.8

- Hidalgo, V., Montes, T., Cabrera, P. y Moreno, A. (1995). Crianza de cuyes. Lima: Investigaciones UNALM
- Horngren, Ch., Foster, G., y Datar, S. (2007). Contabilidad de costos: un enfoque gerencial. México. Editorial Pearson Education.
- Huayhua, E. V., Vergara, V. R., Chauca, L. F. y Remigio, R. M. E. (2008). Determinación de los coeficientes de digestibilidad y energía digestible del bagazo de marigold (*Tagetes erecta*) y subproducto de trigo (*Triticum sativum*) por calorimetría en el cuy (*Cavia porcellus*) mejorado” (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Hulan, H. and Ackman, R. (1990). Incorporating Omega-3 Fatty Acid into Cobayo Product Lipids. Department of Biochemistry (Tesis de Maestría). Memorial University of Newfoundland, Canadá.
- INIA-DGPA. (2003). Informe Situacional de la Crianza del Cuy. Lima: publicaciones Instituto de Investigación Agraria INIA.
- INIA. (2006). Proyecto de Sistemas de Producción de Cuyes. Lima: publicaciones Instituto de Investigación Agraria INIA.
- Illanes, R. (1989). Estudio comparativo de las digestibilidades in vivo, in situ y enzimático para siete forrajes de uso común en rumiantes (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Inga, R. (2008). Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento, con exclusión de forraje para cuyes Raza Perú (*Cavia porcellus*) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Jacobsen, S.E. (2003). The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Food Reviews International, 19 (1), 167-177.
- Jesús, M. (2003). Equilibrio de la flora intestinal del cuy. XV Reunión Científica de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Pucallpa-Perú.
- Kajjak, N. (1995). Experiencias de la crianza de cuyes en Arequipa y Huancayo. Lima: Serie Guía Didáctica INIA
- Kirchgessner, M. and Tyler, L. (1992). Tierernährung. DLG-Verlag Frankfurt, Alemania.
- Kleiber, M. (1972). Joules vs. Calories in Nutrition. J. Nutr. 102 (8), 309 - 312.
- Kuehl, R. (2001). Diseño de Experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Arizona: Thomson-Learning The University of Arizona.
- Lammers, P. J., Carlson, S. L., Zdorkowski, G. A. and Honeyman, M. S.. (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potencial of guinea pig (*Cavia porcellus*). Renewable Agriculture and Food Systems, 24 (2), 155-162.
- Mamani, M. (1997). "Digestibilidad in vivo por diferencia de cañihua germinada, cebada germinada, forraje hidropónico de cebada y alfalfa verde en cuy (*Cavia porcellus*)" (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

- Mattos, J., Chauca, L., San Martín, F., Carcelén, F., y Arbaiza, T. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la Alimentación de cuyes mejorados, *Revistas de Investigaciones Veterinarias*. 14 (2), 89 – 96.
- Maynard, L., Loosli, J., y Hintz, H. (1981). *Nutrición Animal*. México : MC Graw – Hill.
- McDonald, P., Edwards, R., y Greenhalgh, J. (1986). *Nutrición animal*. Zaragoza: Acribia.
- Mertens, D. R. (1988). *Balancing Carbohydrates in dairy rations*, Proc. Large Herd Dairy Management, Ithaca, New York
- MINAG. (2012). . *Estadística Agraria Mensual – Dirección Estadística*. Perú: boletines mensual de Estadística Agraria.
- Moreno, A. (1989). *Producción de cuyes*. Lima: Publicaciones Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Morales, E. (1994). The Guinea Pig in the Andean Economy: From household animal to market commodity. *Latin American Research Review*, 29 (3), 129-142.
- Mozombite, J. (2013). *Diferentes niveles de harina de hoja de morera (Morus nigra) como sustituto parcial de la harina de soya y su efecto sobre los parámetros productivos del cuy (Cavia porcellus) en Iquitos (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A. y Jacobsen, S. (2006). Agroindustria de la quinua en los países andinos. Puno, Perú. Altiplano E.I.R.L.
- Mujica, A. y Jacobsen, S. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 2013 (3), 449-457.
- Mullo, L. (2009). Aplicación del promoter natural de crecimiento (Sel – plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento- engorde y gestación – lactancia (Tesis de Pregrado). Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- National Research Council (NRC). (1995). Nutrient Requeriments of Laboratory Animals. Washintong.
- Oshodi, A., Ogungbenle, H., and Oladimeji, M. (1999). Chemical composition, nutritionally valuable minerals and functional properties of benniseed, pearl millet and quinoa flours. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50 (2), 325-331.
- O'dell, B. L., Morris, E. R., and Regan, W. O. (1960). Magnesium requirement of guinea pigs and rats. Effect of calcium and phosphorus and symptoms of magnesium deficiency. *Journal of Nutrition*, 70 (3), 103-111.
- Latimer, G. (1995). Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg: AOAC International.

- Ogungbenle, H.N. (2003). Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54 (1), 153 -158.
- Owen, E. and Jayasuriya, M. (1989). Use of crop residues as animal feeds in developing countries. *Review. Res. Develop. Agric.*, 6 (1),129-138.
- Patricio, H. (2002). Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Utah: Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University Provo
- Porras, S., Castro J., y Chirinos, D. (1991). Valor nutritivo digestibilidad y NDT de las cascaras de kiwicha, quinua, tarwi y cebada molioda en cuyes. Asociación Peruana de Producción Animal APPA, XIII reunión científica anual UNCP Huancayo. 47 - 52.
- Prakash, D. and Pal, M. (1998). *Chenopodium*: Seed protein, fractionation and aminoacid composition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 1998 (49), 271-275.
- Reyes, N. A. I. y Vergara, V. (2012). "Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de plumas hidrolizada en cuyes (*Cavia porcellus*)". *Revista de Investigación en Alimentación, Cuyes*, 71 - 75
- Rico, NE., Azuga, SM., y Holting G. (1994). Alimentación en cuyes. En: Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia (Mejocuy). Universidad Mayor de San Simón, Boletín Técnico N° 1, 3-18
- Rivera, R. (1995). Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y Perspectivas de su Desarrollo. Editorial Minerva. Lima, Perú.

- Roque, B., Bautista, J. L., Aranibar, M. J., Rojas, R. D., Pineda, D., Flores, A., Rojas, F., y Pinares, C. (2012). Uso de concentrado fibroso en el incremento de la productividad y la disminución de las emisiones de metano entérico en ganadería de altura. XXXV Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA 2012). Libro de Resúmenes, 11-19.
- Sánchez, A., Sánchez, S., Godoy, S., Díaz, R., y Vega, N. (2007). Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*cavia porcellus*) en la zona de la Maná (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Sancho, J., Bota, E., y Castro, J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. España: Universidad de Barcelona.
- Samane, J. (1983). Niveles de Energía en Cuyes en Reproducción y en Crecimiento. Universidad Agraria la Molina. Lima- Perú.
- Sarria, B. J. (2007). Costos y Viabilidad de la Producción de Cuyes para Exportación. Lima: Producción Comercialización y Mercados de Exportación de Cuyes.
- Shams, A. (2011). Combat degradation in rain fed areas by introducing new drought tolerant crops in Egypt. Int. J. Water Resources and Arid Environ, 1(2),318-325.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Senamhi. (2012) www.puno.senamhi.gob.pe/web/

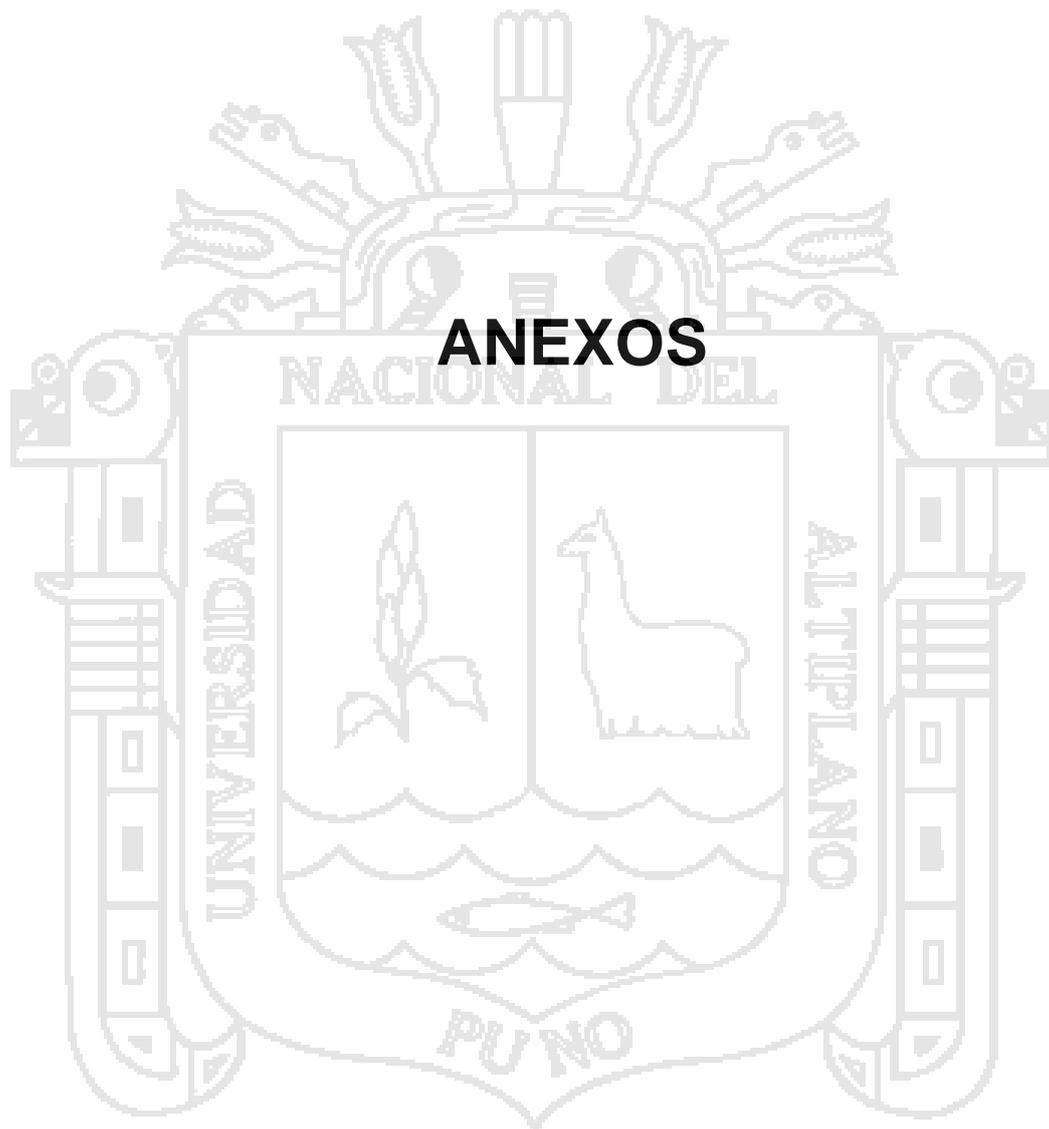
- Simón, M. (1992). Efecto de aditivos estimulantes, inhibidores y absorbentes, sobre la digestibilidad del ensilaje en terneros rumiantes (Tesis de Pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Smil, V. (1999). Crop residues: Agriculture's largest harvest. Crop residues incorporate more than half of the world's agricultural phytomass. *Bio Science*, 49 (2),299-308.
- Steel, RD., Torrie, JH., and Dickey, DA. (1997). Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York: McGraw-Hill.
- Suca, F. (2006). Competitividad del Agronegocio de la Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) Región Puno (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Ticona, M. (1981). Alternativas de Fertilización y Abonamiento en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Tilley, J. and R. Terry. (1963). A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*. 18 (1), 104-111.
- Torres, C., Carcelén, F., Ara, M., San Martín, F., Jiménez, R., Quevedo, W., y Rodríguez, J. (2013). Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias*: 24 (4), 433 - 440
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., and Martínez, EA. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium*

quinoa willd), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (8), 2541-2547.

Villarreal, N. (2013). Evaluación de tres dietas alimenticias a base de llantén forrajero (*Plantago lanceolata*), maíz (*Zea mays*) y avena forrajera (*Avena sativa*), para la ganancia de peso en cuyes en etapa de crecimiento (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcan, Ecuador.

Yucailla, A., Fuentes, I., Vargas, J. C., Lima, R., y Jácome R. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *Revista electrónica de veterinaria*, 17 (1), 1 – 7.





ANEXO 01:

**CUADROS DE COMPROBACION PARA LAS VARIABLES CONSUMO,
DIGESTIBILIDAD, GANACIA DE PESO, ORGANOLEPTICA Y
RENTABILIDAD.**

Cuadro 1. Consumo de los residuos de quinua en diferentes dietas.

Poza	Dieta basal + 0% de Jipi	Dieta basal + 10% de Jipi	Dieta basal + 20% de Jipi	Dieta basal + 30% de Jipi
1	2953	3365	3695	3573
2	2931	3364	3681	3579
3	2949	3374	3698	3581
4	2941	3368	3690	3575
5	2938	3377	3693	3587
6	2928	3372	3683	3585
Promedio	2940	3370	3690	3580
Desv.Est.	9.797958971	5.176871642	6.752777206	5.477225575
CV, %	0.333263911	0.153616369	0.183002092	0.152995128

Cuadro 2. ANVA para consumo de peso vivo en cuyes según dietas

F. de V.	G. L.	SC	CM	F _c	F - valor
Tratamientos	3	1973400.0	657800.0	16322.60	0.00002
Bloques	5	387.5	77.5	1.92	0.3480
E.E.	15	604.5	40.3		
TOTAL	23	1974392.0			

CV = 0.19%

Cuadro 3. Datos para digestibilidad para residuos de quinua en cuyes D. C. L.

CUYES PERIODO	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4
	14 días	0 (79.34)	10 (69.34)	20 (71.82)
14 días	10 (70.24)	20 (73.42)	30 (73.51)	0 (72.6)
14 días	20 (70.67)	30 (72.72)	0 (75.79)	10 (74.22)
14 días	30 (74.79)	0 (74.42)	10 (71.0)	20 (69.91)

0 = 0%, 10 = 10%, 20 = 20% y 30 = 30% de residuos de quinua

Cuadro 4. ANVA para digestibilidad en cuyes según dietas.

F. de V.	G. L.	SC	CM	F _c	F - valor
Tratamientos	3	47.518	15.839	3.250	0.0414
Bloques	3	4.717	1.572	0.322	0.2131
Cuyes	3	3.603	1.201	0.246	0.3406
E.E.	6	43.866	4.874		
TOTAL	15	98.704			

CV = 3.03 %

Cuadro 5. Peso inicial, final y ganancia de peso de cuyes con dietas con inclusión de diferentes niveles de residuos de Quinua (jipi)

Poza	Cuy	Arete	Dieta basal + 0%			Arete	Dieta basal + 10%			Arete	Dieta basal + 20%			Arete	Dieta basal + 30%		
			PI	PF	GP		PI	PF	GP		PI	PF	GP		PI	PF	GP
1	1	MC107	319.58	696.31	376.73	MC131	320.14	697.94	377.80	MC155	321.52	800.39	478.87	MC179	320.25	745.81	425.56
	2	MC108	321.74	703.26	381.52	MC132	319.75	696.92	377.17	MC156	319.44	816.82	497.38	MC180	321.17	742.99	421.82
	3	MC109	320.21	697.98	377.77	MC133	319.79	696.17	376.38	MC157	320.36	812.41	492.05	MC181	319.51	739.59	420.08
	4	MC110	319.41	695.3	375.89	MC134	321.67	702.1	380.43	MC158	319.18	819.2	500.02	MC182	319.36	741.77	422.41
2	5	MC111	319.45	690.42	370.97	MC135	320.13	696.2	376.07	MC159	320.24	809.48	489.24	MC183	321.77	742.46	420.69
	6	MC112	322.81	693.95	371.14	MC136	322.45	699.59	377.14	MC160	321.35	803.67	482.32	MC184	320.52	740.98	420.46
	7	MC113	318.34	688.39	370.05	MC137	317.69	697.53	379.84	MC161	319.61	807.64	488.03	MC185	319.62	743.59	423.97
	8	MC114	319.16	700.23	381.07	MC138	319.81	702.69	382.88	MC162	319.28	806.29	487.01	MC186	318.57	747.53	428.96
3	9	MC115	318.54	695.41	376.87	MC139	319.41	702.78	383.37	MC163	319.17	817.19	498.02	MC187	321.36	744.83	423.47
	10	MC116	322.51	702.59	380.08	MC140	318.66	701.49	382.83	MC164	318.36	814.45	496.09	MC188	321.16	741.91	420.75
	11	MC117	320.16	702.03	381.87	MC141	319.37	698.75	379.38	MC165	320.89	813.71	492.82	MC189	320.88	748.62	427.74
	12	MC118	318.63	691.63	373.00	MC142	323.71	706.22	382.51	MC166	318.12	808.05	489.93	MC190	318.39	740.99	422.60
4	13	MC119	317.92	695.29	377.37	MC143	318.08	699.17	381.09	MC167	322.32	814.71	492.39	MC191	320.63	740.19	419.56
	14	MC120	321.47	699.01	377.54	MC144	320.16	697.48	377.32	MC168	319.43	810.18	490.75	MC192	317.47	742.51	425.04
	15	MC121	318.61	691.55	372.94	MC145	320.22	695.99	375.77	MC169	319.78	807.88	488.10	MC193	320.14	746.26	426.12
	16	MC122	321.67	697.01	375.34	MC146	321.79	705.61	383.82	MC170	318.33	806.91	488.58	MC194	321.35	741.87	420.52
5	17	MC123	318.31	695.29	376.98	MC147	321.32	706.08	384.76	MC171	320.75	814.22	493.47	MC195	321.94	745.65	423.71
	18	MC124	319.79	694.59	374.80	MC148	320.84	699.29	378.45	MC172	317.93	808.14	490.21	MC196	321.42	743.01	421.59
	19	MC125	320.51	697.68	377.17	MC149	321.23	704.71	383.48	MC173	321.64	813.12	491.48	MC197	319.73	747.93	428.20
	20	MC126	319.45	694.9	375.45	MC150	318.29	698.76	380.47	MC174	318.22	810.46	492.24	MC198	317.19	740.53	423.34
6	21	MC127	321.73	696.27	374.54	MC151	319.44	697.25	377.81	MC175	319.91	806.14	486.23	MC199	322.69	745.87	423.18
	22	MC128	321.15	692.5	371.35	MC152	318.92	703.37	384.45	MC176	317.64	804.92	487.28	MC200	321.44	746.69	425.25
	23	MC129	318.83	691.9	373.07	MC153	320.58	701.97	381.39	MC177	321.67	810.93	489.26	MC201	319.27	741.81	422.54
	24	MC130	317.47	690.93	373.46	MC154	321.23	704.87	383.64	MC178	320.19	812.57	492.38	MC202	319.46	743.83	424.37
		Promedio	319.9	695.6	375.7	Promedio	320.2	700.5	380.3	Promedio	319.8	810.4	490.6	Promedio	320.2	743.6	423.4
		Desv. Est.	1.5	3.9	3.4	Desv. Est.	1.4	3.4	2.9	Desv. Est.	1.3	4.6	4.7	Desv. Est.	1.4	2.6	2.6
		CV, %	0.47	0.57	0.89	CV, %	0.45	0.49	0.77	CV, %	0.41	0.57	0.96	CV, %	0.44	0.35	0.62

Cuadro 6. ANVA para peso vivo final en cuyes según tratamientos

F. de V.	G. L.	SC	CM	F _c	F - valor
Tratamientos	3	50868.188	16956.06	4587.7	0.0001
Error. Exp.	20	73.922	3.696		
Total	23	50942.11			

CV = 0.11 %

Cuadro 7. ANVA para ganancia de peso vivo en cuyes según tratamiento

F. de V.	G. L.	SC	CM	F _c	F - valor
Tratamientos	3	51049.82	17016.61	4431.41	0.0001
Error. Exp.	20	77.757	3.84		
Total	23	51126.578			

CV = 0.19 %

Cuadro 8. ANVA para ganancia de peso vivo diario en cuyes tratamientos

F. de V.	G. L.	SC	CM	F _c	F - valor
Tratamientos	3	8.852	2.95	2950	0.0001
Error. Exp.	20	0.014	0.001		
Total	23	8.866			

CV = 0.58 %

Cuadro 9. ANDEVA para olor de la carne de cuy

Fuente	GL	Suma d cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Pr >F
JUECES	19	30.3000000	1.5947368	0.87	0.6197
TRAT	3	104.9000000	34.9666667	19.05	<.0001

CV=19.49143

Cuadro 10. ANDEVA para el sabor de la carne de cuy.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Pr >F
JUECES	19	30.1375000	1.5861842	0.96	0.5183
TRAT	3	122.5375000	40.8458333	24.71	<.0001

CV= 18.80267

CUADRO 11. ANDEVA para la jugosidad de la carne de cuy.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Pr >F
JUECES	19	21.8000000	1.1473684	0.58	0.9026
TRAT	3	130.0000000	1.1473684	22.05	<.0001

CV=23.16948

Cuadro 12. ANDEVA para la textura de la carne de cuy

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Pr >F
JUECES	19	31.2000000	1.6421053	1.31	0.2120
TRAT	3	132.7000000	44.2333333	35.36	<.0001

CV=17.47541

Cuadro 13. ANDEVA para la grasosidad de la carne de cuy

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Pr >F
JUECES	19	25.20000000	1.32631579	0.69	0.8174
TRAT	3	84.70000000	28.23333333	14.59	<.0001

CV=20.91841

ANEXO 02.

FICHA DE EVALUACION ORGANOLEPTICA

NOMBRE DEL CONSUMIDOR:

PROFESIÓN:

EDAD:

SEXO:

FECHA:

INSTRUCCIONES:

Califique del 1 a 10, según la evaluación de las muestras de la carne de cuy alimentados con residuos de quinua.

Les gusta consumir la carne de cuy:

- a) Si
- b) No

FACTOR DE EVALUACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO 1 AL 10	MUESTRA			
		A 0 % DE JIPI	B 10% DE JIPI	C 20% DE JIPI	D 30% DE JIPI
OLOR	-				
SABOR	-				
JUGOSIDAD	-				
TEXTURA	-				
GRASOSIDAD	-				
TOTAL	50				

COMENTARIOS:

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Calificación Olor

1 al 2	sin olor
3 al 4	raro
5 al 6	desagradable
7 al 8	penetrante
9 al 10	agradable

Calificación Jugosidad

1 al 2	muy seco
3 al 4	seco
5 al 6	ligeramente jugoso
7 al 8	moderadamente jugoso
9 al 10	extremadamente jugoso

Calificación Sabor

1 al 2	Insípido
3 al 4	amargo
5 al 6	agrio
7 al 8	acido
9 al 10	normal

Calificación

1 al 2
3 al 4
5 al 6
7 al 8
9 al 10

Textura

1 al 2	blanda
3 al 4	pegajosa
5 al 6	granulosa
7 al 8	fibrosa
9 al 10	firme

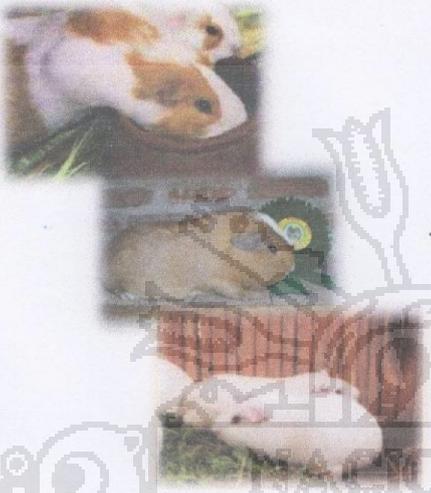
Calificación Grasocidad

1 al 2	Seco
3 al 4	muy grasoso
5 al 6	Grasoso
7 al 8	poco grasoso
9 al 10	Normal



ANEXO N°03.

CONSTANCIA DE LA GRANJA CAVICULTURA COLLAI CUY E.I.R.L.



GRANJA CAVICULTURA
“COLLAI CUY” E.I.R.L.

Chailacoillo- Acora Km 12 vía panamericana Vía Puno.
Cel. 978077085
collaicuy@hotmail.com face Collaicuy

CONSTANCIA

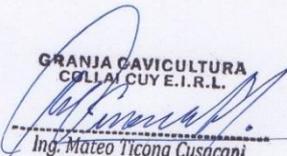
Ing. Mateo TICONA CUSACANI
GERENTE Y PROPIETARIO DE GRANJA CAVICULTURA COLLAI CUY E.I.R.L.

HACE CONSTAR:

Que el señor Medico Veterinario y Zootecnista WILEBALDO BLAIR TICONA ADUVIRI realizo su trabajo de investigación titulado ““Uso de residuos de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en la productividad y rentabilidad de la crianza de cuyes (*Cavia porcellus* L.)” en las instalaciones de la granja Cavicultura “COLLAI CUY” E.I.R.L. durante el periodo del 01 de octubre al 31 de diciembre del 2014.

Se expide el presente constancia para los fines que el interesado considere conveniente.

Ilave, 01 de Enero del 2015


 GRANJA CAVICULTURA
 COLLAI CUY E.I.R.L.
 Ing. Mateo Ticona Cusacani
 GERENTE - PROPIETARIO

ANEXO 04.

PANEL FOTOGRAFICO DURANTE LA INVESTIGACIÓN



Figura 1 y 2. Lugar donde se realizó el Proyecto de Investigación ChallaCollo, Arenales – Acora y la Granja Cavicultura Collai Cuy E.I.R.L.



Figura 3 y 4. Siembra de la quinua al voleo en los meses de setiembre y Octubre.



Figura 5 y 6. Desmalezado y crecimiento de la quinua



Figura 7 y 8. Crecimiento de la quinua en la comunidad de Challacollo - Acora



Figura 9 y 10. Cosecha Manual de la Quinoa *Blanca de Juli* en la Comunidad de *Challacollo*



Figura 11 y 12. Emparvado y recojo de la Quinoa variedad *Blanca de Juli*



Figura 13 y 14. Trillado de la Quinoa , manual y mecánico utilizando la trilladora



Figura 15 y 16. Trilladora mecánica para la extracción del grano de quinoa



Figura 17. Venteo de la quinua para poder obtener los residuos de quinua “Jipi y Kiri o Kili”



Figura 18. Almacenamiento de Residuos de la Quinua (Jipi y Kiri) en saco de Yute



Figura 19 y 20. Residuos de quinua ("Jipi" y "kili"), almacenado en sacos de Yute



Figura 21 y 22. Separando residuos de quinua ("Jipi" y "kili"), utilizando el cernidor manual



Figura 23 y 24. Materiales y medicamentos en la Granja Collai Cuy E.I.R.L.



Figura 25 y 26. Cuaderno de Registros en la Granja Collai Cuy y pesado semanal de los cuyes



Figura 27 y 28. Cuyes de la Línea Perú y tipo 1 con 3 meses de edad



Figura 29 y 30. Numeración de las pozas para obtener datos.



Figura 31. Granja Cavicultura Collai Cuy E.I.R.L, donde se llevó el trabajo experimental.



Figura 32 y 33. Comederos de metal y de madera para cuyes utilizados en el experimento



Figura 34 y 35. Degüello y el pelado del cuy



Figura 36 y 37. Extracción de las vísceras y el lavado de la carne de cuy.



Figura 38 y 39. Muestra de Jipi de Quinua y análisis Bromatológico del residuo de Quinua (Jipi).

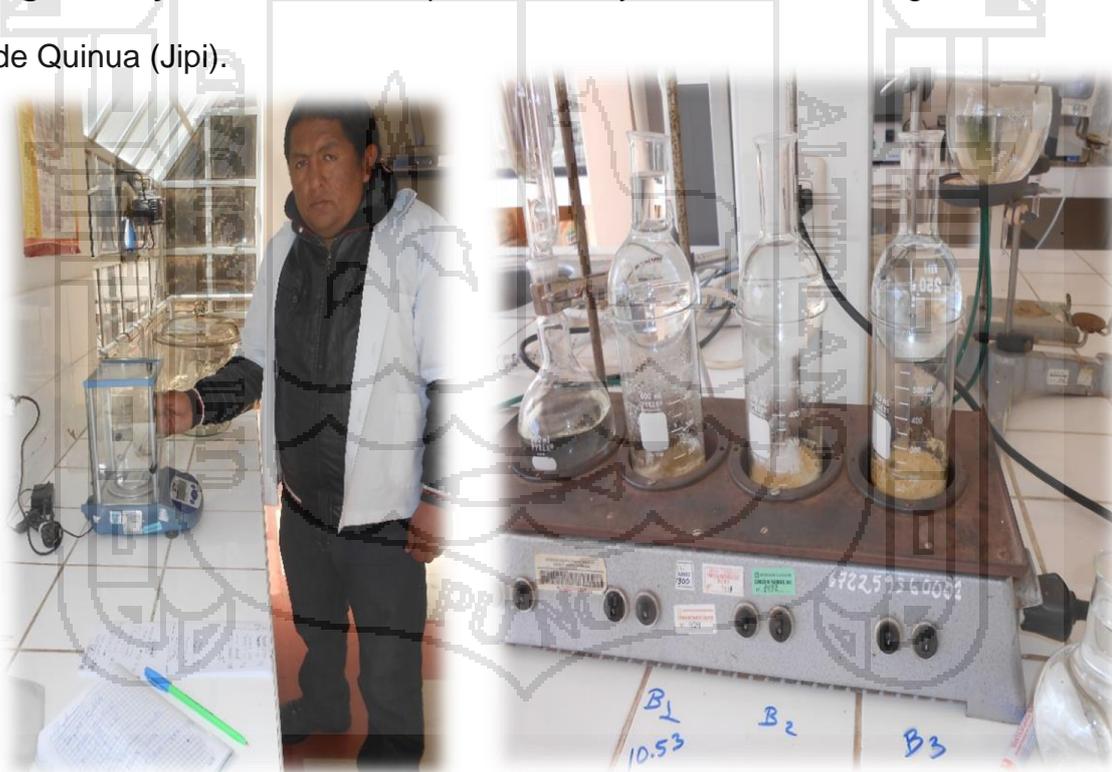


Figura 40 y 41. Evaluación y Análisis del residuos de Quinua (Jipi) en el laboratorio de Nutrición de la UNA – MVZ.



Figura 42. Pozas de Experimentación para evaluar la Digestibilidad en cuyes.



Figura 43. Materiales para evaluar la Digestibilidad del residuo de Quinoa (Jipi).