

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**VALOR NUTRICIONAL DE LA BROZA DE QUINUA (K'IRI) EN  
CUYES**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ALEX JARA GALLEGOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TESIS

Valor nutricional de la broza de quinua (K'iri) en cuyes

PRESENTADA POR:

Bach. ALEX JARA GALLEGOS



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE

:

Dra. Martha Nancy Tapia Infantes

PRIMER MIEMBRO

:

Mg. Sc. Bilo Wenceslao Calsín Calsín

SEGUNDO MIEMBRO

:

MVZ. Wilbur Rubén Ayma Flores

DIRECTOR

:

Ph. D. Bernardo Roque Huanca

ASESOR

:

Mg. Sc. Diannett Benito López

Área : Nutrición animal

Tema : Alimentos, forrajes no convencionales

## DEDICATORIA

Doy gracias a Dios Nuestro Señor y a la Virgen María por haberme permitido culminar una etapa más en mi vida Universitaria.

A mis padres, mis hermanos y familiares por acompañarme, brindado todo su apoyo moral y depositada confianza en mí persona.

A mi hijo, Andriu Zian Jara Tito que es la luz de mi vida y el sendero de mi vida; y a mi esposa, quienes fueron la fortaleza para seguir adelante y concluir mi formación profesional.

Y a los docentes quienes me brindaron su apoyo, amigos y compañeros, por darme sus más nobles y sencillos sentimientos, la amistad. Para la ejecución del presente trabajo.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y al laboratorio de Nutrición Animal; gracias por acogerme en su seno, darme la oportunidad de estudiar y haberme enseñado principios y valores; visiones futuras sobre la ganadería Puneña, y ser un profesional.

Al **Ph.D. Bernardo Roque Huanca**, director del presente trabajo de investigación, a mi asesora **Mg. Sc. Diannett Benito López**, quienes tuvieron mucha paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir sus experiencias y amplio conocimiento. Sus siempre atentas y efectivas colaboraciones hicieron que este trabajo se culmine satisfactoriamente.

A los miembros del jurado: **Dra. Martha Nancy Tapia Infantes, Mg. Sc. Bilo Wenceslao Calsín Calsín, MVZ. Wilbur R. Ayma Flores**, quienes, con sus aportes en las correcciones, ayudaron a mejorar este trabajo de investigación, especialmente por la celeridad de sus revisiones.

A todos los docentes y personal administrativo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno, por su dedicación y su esfuerzo, quienes me han aportado todos los conocimientos profesionales y personales para llegar a finalizar con éxito esta primera meta de mi vida profesional.

A todos mis compañeros y amigos de estudio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia quienes estuvieron presentes durante mi vida universitaria, a ellos mis agradecimientos por su amistad y haber compartido conocimiento y aventuras en momentos muy felices.

**ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	9
RESUMEN .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
2.1. La Quinoa.....	15
2.1.1. Rendimiento productivo de la quinua y sus subproductos .....	16
2.1.2. Composición química de los sub productos de la quinua .....	16
2.2. Cuyes.....	19
2.2.1. Requerimientos nutricionales del cuy .....	19
2.2.2. Consumo de alimento .....	21
2.2.3. Expresión de la digestibilidad .....	23
2.2.4 Factores que influyen en la digestibilidad .....	24
2.2.5. Digestibilidad en cuyes .....	26
2.2.6. Valor energético.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
3.1. Ámbito experimental .....	30
3.2. Material experimental.....	30
3.2.1. Instalaciones.....	30
3.2.2. Animales.....	31
3.2.3. Alimentos.....	32
3.2.4. Dietas experimentales .....	32
3.2.5. Materiales para la toma de muestra de heces .....	33
3.2.6. Equipos y materiales de laboratorio.....	33
3.2.7. Reactivos.....	34
3.2.8. Otros materiales .....	34
3.3. Metodología .....	35
3.3.1. Determinación de la composición química .....	35
3.3.2. Determinación del consumo voluntario.....	36
3.3.3. Determinación de la digestibilidad y valor Energético.....	37
3.3.4. Análisis estadístico .....	39

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1. Composición química.....	40
4.2. Consumo voluntario .....	41
4.3. Digestibilidad de la materia seca (DMS).....	43
4.3.1. Digestibilidad de las dietas .....	43
4.3.2. Digestibilidad de la broza de quinua .....	44
4.4. Valor energético.....	46
4.4.1. Valor energético de las dietas .....	46
4.4.2. Valor energético de la broza de quinua .....	47
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES .....	50
VII. REFERENCIAS .....	51
Anexos .....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Diseño de la jaula de digestibilidad en cuyes..... 74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la broza de quinua y cañihua .....	17
Tabla 2 Análisis proximal de la broza y residuos de trilla de grano de quinua .	18
Tabla 3 Requerimientos nutricionales del cuy .....	20
Tabla 4 Consumo de forraje y alimento balanceado por día .....	22
Tabla 5 Distribución muestral de cuyes .....	31
Tabla 6 Dietas experimentales y su valor nutricional .....	32
Tabla 7 Composición química de la broza de quinua .....	40
Tabla 8 Consumo voluntario promedio de las dietas .....	42
Tabla 9 Digestibilidad de la materia seca de las dietas .....	43
Tabla 10 Digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua .....	44
Tabla 11 Valor energético de las dietas .....	46
Tabla 12 Valor energético de la broza de quinua .....	47

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AOAC	: Association official of analytical chemists, Arlington
CD	: Coeficiente de digestibilidad
CDMS	: Coeficiente de digestibilidad de materia seca
CNF	: Carbohidratos no fibrosos
CT	: Ceniza total
CV. %	: Coeficiente de variabilidad
DMO <sub>J</sub>	: Digestión de materia orgánica del ingrediente
DMS	: Digestión de materia seca
DMS <sub>J</sub>	: Digestión de materia seca del ingrediente
EB	: Energía bruta
ED	: Energía digestible
ED <sub>J</sub>	: Energía digestible del ingrediente
EE	: Extracto eterio
EEM	: Error experimental de la media
EMS	: Excreción de materia seca
FDA	: Fibra detergente acida
FDN	: Fibra detergente neutro
H°	: Humedad
IMS	: Ingestión de materia seca
INIA	: Instituto nacional de innovación agraria
Mcal/kg	: Mega calorías por kilogramo
MF	: Materia fresca
MFO	: Materia fresca ofrecida
MS	: Materia seca
MSD	: Materia seca digestible
MSE	: Materia seca excretada
MSO	: Materia seca ofrecida
MSR	: Materia seca rechazada
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: Carbonato de sodio
NDT	: Nitrógeno digestible total
NRC	: National Research Council

PT	: Proteína total
RA	: Alimento rechazado
T0	: Dieta + 0% de broza
T1	: Dieta + 10 % de broza
T2	: Dieta + 20 % de broza
T3	: Dieta + 30 % de broza
TM	: Toneladas métricas
$W^{0.75}$	: Peso metabólico
$\Delta T^{\circ}$	: Temperatura

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el valor nutricional de la broza de quinua “k’iri” en cuyes, mediante el método por diferencia, para lo cual se utilizó una muestra de 8 cuyes machos de la raza Perú de 3 meses de edad con un peso de  $809.9 \pm 44.2$  g, distribuidos en cuatro tratamientos: T0 (dieta basal + 0 % broza); T1, T2 y T3 (basal + 10, 20 y 30 % de broza de quinua, respectivamente). El experimento se realizó entre los meses de agosto y noviembre del año 2015, en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a 3815m de altitud. La composición química se determinó por los métodos oficiales de la AOAC (1995) y el método Van Soest (1991); el consumo voluntario, por diferencia entre materia seca ofrecida y rechazada; la digestibilidad por el método convencional in vivo; y el valor energético por deducción de la digestibilidad. Los resultados indican que la broza de quinua es un residuo fibroso de baja humedad ( $H^{\circ}4.98$  %), con EE 1.52%, FDN 39.84%, PT 4.06%, CT 7.67% y EB 4.17Kcal/g de materia seca. El consumo voluntario de materia seca fue similar en los tres niveles de inclusión con relación a la dieta control, con un promedio general de  $45.9 \pm 0.9$  g/d,  $5.3 \pm 0.1$  % del peso vivo y  $52.7 \pm 1.1$  g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>. La digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua fue similar entre tratamientos, con un promedio de  $53.83 \pm 1.5$  %, NDT  $56.99 \pm 4.1$  % y ED  $1.625 \pm 0.217$  Kcal/g de materia seca.

Palabras clave: broza de quinua, composición química, consumo, cuyes, digestibilidad, energía.

## ABSTRACT

The objective of the research was to determine the nutritional value of the quinoa brush "k'iri" in guinea pigs by means of the difference method, for which a sample of 8 male Peru breed guinea pigs of the 3 month old weight of  $809.9 \pm 44.2$ g was used. Animals were distributed in four treatments: T0 (basal diet + 0% quinoa brush); T1, T2 and T3 (basal + 10, 20 and 30% of quinoa brush, respectively). The experiment was carried out between August and November of the year 2015, in metabolic cages of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the National University of the Altiplano of Puno, at 3815m altitude. The chemical composition was determined by the official methods of the AOAC (1995) and the Van Soest method (1991); voluntary intake, by difference between dry matter offered and rejected; digestibility by the conventional method in vivo; and the energy value by deduction of the digestibility. The results indicate that the quinoa brush is a low moisture fibrous residue (H<sup>o</sup> 4.98%), with EE 1.52%, FDN 39.84%, PT 4.06%, CT 7.67% and EB 4.17 Kcal/g dry matter. Voluntary intake of dry matter was similar in all three inclusion levels relative to the control diet, with a general average of  $45.9 \pm 0.9$  g/d,  $5.3 \pm 0.1\%$  of live weight and  $52.7 \pm 1.1$  g/W<sub>kg</sub><sup>0.75</sup>. Dry matter digestibility of quinoa brush was similar between treatments, with an average of  $53.83 \pm 1.5\%$ , NDT  $56.99 \pm 4.1\%$  and ED  $1.625 \pm 0.217$  Kcal/g dry matter.

Key words: quinoa, chemical composition, consumption, guinea pigs, digestibility and energy.

## I. INTRODUCCIÓN

El grano de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), dado su alto valor nutricional (Coulter y Lorenz, 1990; Vega-Gálvez *et al.*, 2010), ha sido reconocido como un alimento de calidad (Koziol, 1992), que puede contribuir en la seguridad alimentaria y la erradicación del hambre, la desnutrición y la pobreza en el mundo, por lo que el año 2013 fue declarado por la ONU como “Año Internacional de la Quinoa”, en reconocimiento a los pueblos andinos que la han mantenido, controlado, protegido y preservado como alimento para generaciones presentes y futuras gracias a sus conocimientos tradicionales y prácticas de vida en armonía con la madre tierra y la naturaleza (FAO, 2011).

La quinua se cultiva en todos los países de la región andina, desde Colombia hasta el norte de Argentina y el sur de Chile; sin embargo, Bolivia, Perú y Estados Unidos son los principales países productores, cultivándose también en Francia, Inglaterra, Suecia, Dinamarca, Italia, Holanda, Canadá, Kenia y en el Himalaya. A pesar de ello, el Perú es el primer productor mundial de quinua con más de 100 mil toneladas anuales, obtenidas en zonas áridas y semiáridas de los andes, desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud, la mayor parte por manos de pequeños agricultores y asociaciones (MINAGRI, 2015).

La región Puno cultiva unas 25 a 28 mil hectáreas anuales de quinua (Marca *et al.*, 2011), cuya producción genera ingentes cantidades de residuos fibrosos, tales como broza, jipi y otros (Carrasco *et al.*, 2014), con un estimado de 5 toneladas de tallos o k'iri (broza) y 200 a 300 kg de jipi (hojas y pericarpios) por hectárea de cultivo (León, 2003), siendo la broza el residuo fibroso más abundante pero de poca utilidad, puesto que se quema para la elaboración de

“Ilikta”, un aditivo mineral elaborado de las cenizas de broza de quinua para el masticado de la hoja de coca (*Erythroxilin coca*) “chacchado” (Hanna y Hornick, 1977).

Los estudios sobre la utilización de residuos forrajeros en la alimentación animal indican la posibilidad de inclusión de la broza de quinua en mezclas de concentrados fibrosos, con resultados positivos en ganancia de peso o producción de leche en vacunos (Roque et al., 2012), evidenciando su utilidad en la alimentación animal; sin embargo, se tiene limitada información sobre el uso de este recurso forrajero no convencional en la alimentación de cuyes.

El trabajo ha investigado la posibilidad de uso de la broza de quinua en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.), un animal herbívoro que, dada su alta fecundidad, flexibilidad a la dieta y adaptabilidad, 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; de manera que el objetivo del trabajo fue determinar el valor nutricional de la broza de quinua, a través de la composición química, el consumo voluntario de dietas con inclusión de broza de quinua, la digestibilidad y el valor energético de la broza de quinua.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La Quinua

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

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) se cultiva en zonas áridas y semiáridas de los andes del Perú y se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud; su grano es muy apreciado en la alimentación humana debido a su alto valor nutricional que lo ubica como el grano más completo (Coulter y Lorenz, 1990; Vega-Gálvez et al., 2010; MINAGRI, 2015).

El Perú es el primer productor mundial de quinua con 114 343 toneladas anuales, la mayor parte en manos de pequeños agricultores y asociaciones (MINAGRI, 2015). Esta producción de quinua genera cantidades de residuos fibrosos de lignocelulosa tales como la broza (**K'iri**) y los residuos de la trilla de grano (**Jipi**) (Carrasco et al., 2014).

La broza de quinua (**K'iri**) está compuesta del tallo primario, tallos secundarios, los pedúnculos y las hojas secas; y los residuos de la trilla de grano (**Jipi**) está compuesto de los residuos de los granos luego del proceso de venteo (Tapia *et al*, 1979).

### 2.1.1. Rendimiento productivo de la quinua y sus subproductos

La mayor producción de quinua en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura está alrededor de 6 T/Ha (Carrasco, et al., 2014). En condiciones del altiplano peruano-boliviano con escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa las 0.85 t/ha, mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t/ha (Crodau, 1977).

La región Puno cultiva unas 25 a 28 mil hectáreas anuales de quinua (Marca et al., 2011) con una producción 135,945 toneladas de broza o k'iri y 6,792 toneladas de jipi, de los cuales la broza tiene poco utilización, destinándose generalmente para la elaboración de "Ilikta" que es un aditivo mineral elaborado de las cenizas de la broza, utilizado en el masticado de coca (*Erythroxylin coca*) "chacchado" (Hanna y Hornick, 1977).

### 2.1.2. Composición química de los sub productos de la quinua

La quinua ha adquirido importancia internacional por ser rica en proteínas y llevar en su composición todos los aminoácidos esenciales para la nutrición del ser humano, además posee vitaminas (B1, B2, B3 y C) y minerales (calcio y hierro). El contenido de proteínas del grano de quinua varía entre 12 y 16%, aunque hay reportes de valores cercanos al 20%. (Tapia, 2000)

Los subproductos de cosecha, trilla y beneficiado de la quinua son empleados en la alimentación de animales domésticos,

especialmente los camélidos, ovinos y cerdos; considerando la escasez de material forrajero en las zonas altas, secas y frías, los subproductos de la quinua complementan la alimentación pecuaria (ONUDI, 2006).

Vargas (1984), en su trabajo de investigación (Tabla 1) sobre digestibilidad *in-vitro* de la broza de quinua y broza de cañihua en ovinos hembras obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 1**

**Composición química de la broza de quinua y cañihua**

<b>Composición química</b>	<b>Broza de quinua (%)</b>	<b>Broza de cañihua (%)</b>
Materia seca	95.45	96.10
Proteína cruda o bruta	6.20	4.89
Grasa	0.86	1.62
Fibra cruda	40.93	39.21
Ceniza	11.25	11.76

Fuente: Vargas, 1984.

Dentro de los anales de la FAO, 2010 en la Tabla 2, se reporta el siguiente análisis proximal de los subproductos de la quinua:

Tabla 2

**Análisis proximal de broza y residuos de trilla de grano de quinua**

<b>Nutrimento</b>	<b>Broza de quinua</b>	<b>Residuos de trilla de grano de quinua</b>
Materia Seca	92,37	90,0
Proteína, g/100g MS	7,53	10,7
Grasa, g/100g MS	1,59	-
Fibra cruda, g/100g MS	42,90	-
Cenizas, g/100g MS	11,41	9,9
Extracto no nitrogenado, g/100g MS	36,57	-

Fuente: FAO, 2010.

Calcina (2015), al analizar el contenido nutricional de los residuos de trilla de grano de quinua “jipi” para la alimentación de cuyes en crecimiento, determinó la siguiente composición química: H° de 4.8 %, EE de 4.8 %, PT 7.8 %. FDN 35.8 %, CT de 13.5 %, CNF 38.1 %, EB 4152 kcal/kg.

Álvaro (2015) en la determinación del consumo del concentrado fibroso (broza de quinua), la ganancia de peso vivo y las emisiones de metano de los carnerillos alimentados, obtuvo la siguiente composición química para la broza de quinua: H° de 5 %, EE 2.2 %, PT 7.5 %. FDN 66.7 %, CT de 11.4 %, CNF 12.2% NDT 56.3 % EB 4325 kcal/kg.

## 2.2. Cuyes

Orr (1966) citado por Chauca, 1997, ubica al cuy dentro de la siguiente escala zoológica: Orden: Rodentia, Suborden: Hystricomorpha, Familia: Caviidae, Género: Cavia, Especie: Cavia aparea aparea Erxleben, Cavia aparea aparea Lichtenstein, Cavia cutleri King, Cavia porcellus Linnaeus, Cavia cobaya.

El cuy (*Cavia porcellus Linnaeus*), 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, Colombia y Bolivia mantiene cuyes en toda la región andina (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.)(Castro y Chirinos, 1994).

### 2.2.1. 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.

Tabla 3

## Requerimientos nutricionales del cuy

NUTRIENTE	NRC (1995)
<b>Energía Digestible (Kcal/Kg)</b>	3000
<b>Proteína (%)</b>	18.0
<b>Fibra cruda (%)</b>	15.0
<b>Aminoácidos</b>	
Arginina (%)	1.20
Histidina (%)	0.36
Isoleucina (%)	0.60
Leucina (%)	1.08
Lisina (%)	0.84
Metionina (%)	0.36
Metionina+ Cistina (%)	0.60
Fenilalanina (%)	1.08
Treonina (%)	0.60
Triptofano (%)	0.18
Valina (%)	0.84
<b>Minerales</b>	
Calcio (%)	0.80
Fósforo (%)	0.40
Magnesio (%)	0.10
Potasio (%)	0.50
Sodio (%)	0.20
Cobre (mg)	6.00
Hierro (mg)	50.00
Manganeso (mg)	40.00
Zinc (mg)	20.00
Yodo (mg)	150.00
Molibdeno (mg)	150.00
Selenio (mg)	150.00
<b>Vitaminas</b>	
A (retinol) (mg)	6.60
D (mg)	0.025
E ( $\alpha$ – tocoferol) (mg)	26.70
K (mg)	5.00

Ac. Ascórbico (mg)	200.00
Colina (mg)	1800.00
Niacina (mg)	10.00
Piridoxina (mg)	2.00 - 3.00
Riboflavina (mg)	3.00
Ac. Pantoténico (mg)	20.00
Tiamina (mg)	2.00

*National Research Council NRC (1995).*

### 2.2.2. Consumo de alimento

Según Roque (2015) el consumo voluntario de un alimento se puede definir como la cantidad del mismo que es consumido por el animal cuando tiene acceso y un exceso de alimento durante 24 horas; y puede ser expresado como cantidad por día (Kg/día), proporción del peso corporal (%) y como cantidad por unidad de peso metabólico ( $g/WKg^{0.75}$ ).

Muchos factores afectan el consumo de alimento de los animales como el gusto, el olor, la textura física y la composición química del alimento pueden alterar su consumo; por otro lado los animales tienden a regular la ingestión de alimento diario a corto y largo plazos mediante complejas respuestas fisiológicas a la dieta, al ambiente y por su necesidad de energía (Church et al., 2002).

El consumo es afectado por factores alimentarios, ambientales y animales; la expresión en como cantidad del peso metabólico es dividir la cantidad por día entre la elevación a la potencia 0.75 del peso vivo, por otro lado el peso metabólico se refiere a que la producción

de calor se da en función de la superficie corporal más que del peso, es decir que en animales de diferente tamaño la tasa de metabolismo basal es proporcional a su superficie y no a su peso, ello permite hacer comparaciones entre animales de diferente peso e incluso de diferentes especies (Camacho 2010).

La Tabla 4. Muestra el consumo de forraje y alimento balanceado por día en cuyes:

**Tabla 4**  
**Consumo de forraje y alimento por día**

<b>Edad (días)</b>	<b>Forraje (g)</b>	<b>Balanceado (g)</b>
01 a 30*	100	10
31 a 60*	200	20
61 a 90*	300	30
91 a 120*	400	40
Reproductoras**	500	50

Fuente: Castro y Chirinos\* (1994); Collazos\*\* (1996).

La fibra es un componente fundamental en la composición de las raciones no sólo por la capacidad que tienen los cuyes para digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo. Los porcentajes de fibra utilizados para la alimentación de cuyes van de 6 al 18 por ciento (Chauca, 1997).

Villafranca (2003) al evaluar tres niveles de fibra de 10, 12 y 14% en el concentrado para cuyes en crecimiento, no observó diferencias significativas entre tratamientos.

Los estudios señalan que el consumo de materia seca, en promedio, se encuentra entre 40 y 45 g/animal/día, el consumo de materia seca total está en relación al peso vivo, teniendo como valor promedio 6.5% de peso vivo, aumentando el consumo de alimento balanceado toda vez que se restringe el forraje (Cerna, 1997).

### **2.2.3. Expresión de la digestibilidad**

#### **2.2.3.1. Digestibilidad aparente**

McDonal (2013), conceptúa a la digestibilidad aparente como la ración no digerida, 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 (2002), 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 consumo de los alimentos

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

### 2.2.3.2 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 2 mg de nitrógeno por gramo de materia ingerida; si se emplea esta cifra como constante es posible convertir la digestibilidad aparente en digestibilidad verdadera.

### 2.2.4 Factores que influyen en la digestibilidad

McDonal *et al.* (2013), menciona que la digestibilidad de los alimentos guardan estrecha relación con la composición química, de forma que un alimento como la cebada y la hierba fresca o conservada, cuya

composición varía poco de unas partidas a otra, donde la fracción fibra de los alimentos es la que más afecta a su digestibilidad, siendo importante tanto la cantidad y calidad de la fibra. Por otro lado la digestibilidad de las paredes celulares es mucho más variable, ya que depende del grado de lignificación, no obstante la digestibilidad de las paredes celulares dependen también de las estructuras de los tejidos vegetales.

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 bien 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.

### 2.2.5. Digestibilidad en cuyes

La digestibilidad de los alimentos puede definirse con cierto grado de exactitud como la cantidad que no se excreta en las heces y que por tanto se considera absorbida por el animal normalmente se expresa en relación con la materia seca, como coeficiente o como porcentaje. (McDonald et al 2013).

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).

El 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).

En la determinación de la digestibilidad de la materia seca (MS) de los residuos de quinua “jipi”; se observó una digestibilidad de 81.6% en una inclusión del 30% de este subproducto en dietas de cuyes; el autor también reporta 81.6% de materia orgánica, 76.0% de nutrientes digestibles totales y 2.81 Kcal/g de materia seca (Calcina, 2015).

En un ensayo se mostró que la cáscara de algodón y la cascarilla de arroz como ingredientes fibrosos de origen vegetal presentan un aporte intermedio de energía, una alta digestibilidad en cuyes; donde los coeficientes de digestibilidad (CD) de la cáscara de algodón es de

70.57 % y la cascarilla de arroz 69.2 % de la materia seca así mismo el contenido de energía digestible (ED) en base seca para la cáscara de algodón es de 3.12 Mcal/kg y para la cascarilla de arroz 2.91 Mcal/kg (Garay et al. 2008).

En un trabajo 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 resultados de: 78.24, 64.17, 62.79, 80.78% respectivamente para cada alimento anteriormente mencionado (Kajjak et al. 1991).

### **2.2.6. Valor energético**

Anrique (1994) señala que el contenido energético se estima a partir de la composición química o de la digestibilidad in vitro empleando ecuaciones de regresión determinada.

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, así como la energía bruta, energía digestible y energía metabolizable.

#### **2.2.6.1 Energía bruta**

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

#### **2.2.6.2 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 (citado por 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).

#### **2.2.6.3 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).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito experimental**

El trabajo de investigación se realizó en el bioterio de cuyes y el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno; ubicados a una altitud de 3815 m., latitud Sur 15°16'45" y longitud Oeste 70°04'25 del meridiano de Greenwich (SENAMHI, 2015); durante los meses de agosto a noviembre del 2015.

#### 3.2. **Material experimental**

##### 3.2.1. **Instalaciones**

La determinación del consumo voluntario y digestibilidad aparente se realizó en el bioterio de cuyes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNA – Puno, construido de material de concreto y techo de calamina con un área de 4 x 4 x 2.2m. Se utilizó 8 jaulas metabólicas con dimensiones de 31 x 27 x 44cm de altura (Figura 1).

Para la fase experimental en el bioterio se utilizó el protocolo de bioseguridad, colocando en la entrada un pediluvio con cal viva, la limpieza de las jaulas que se realizó en forma diaria, la desinfección que se realizó 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).

### 3.2.2. Animales

Se utilizaron 8 cuyes machos de la Raza Perú con un peso promedio de  $809.9 \pm 44.2$ g, de 03 meses de edad, procedentes del Instituto Nacional Innovación Agraria INIA – Puno; los que fueron distribuidos al azar en 4 grupos con 2 repeticiones cada uno. También se contó con 4 animales de reemplazo (los que no fueron utilizados por que no hubo mortalidad de los animales experimentales).

En la Tabla 5 se observa la distribución muestral de cuyes, en donde se trabajó con cuatro etapas con una duración de 14 días cada una (7 días de acostumbramiento y 7 días de colección), cuatro cuyes y cuatro dietas.

**Tabla 5**

#### Distribución muestral de cuyes

Etapas	Cuyes			
	C1	C2	C3	C4
I	A (0%)	B (10%)	C (20%)	D (30%)
II	D (30%)	A (0%)	B (10%)	C (20%)
III	C (20%)	D (30%)	A (0%)	B (10%)
IV	B (10%)	C (20%)	D (30%)	A (0%)

Niveles de inclusión: A, B, C y D

### 3.2.3. Alimentos

Se utilizó la broza de quinua (k'iri), de la variedad blanca de Juli del germoplasma 03-08-084 proveniente del distrito de Pomata provincia de Chucuito Juli, cosechada el 2015, molido, mezclado y almacenado en un ambiente seco y limpio. El alimento fue suministrado en los comederos; los animales contaban con agua *ad libitum*.

### 3.2.4. Dietas experimentales

Se utilizó 4 dietas experimentales con 3 niveles de inclusión de broza de quinua (10, 20 y 30%), con ingredientes que se muestran en la Tabla 6 en esta se muestra el valor nutricional de cada dieta. Para los niveles de nutrientes en las mezclas se tomó como referencia los requerimientos nutricionales recomendados por la NRC (1995) de la Tabla 3.

**Tabla 6**

**Dietas experimentales y su valor nutricional**

<b>INGREDIENTES (%)</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Broza de quinua	0	10	20	30
Maíz amarillo	10.001	10.000	10.000	10.718
Harina de Pescado	1.000	1.000	1.000	1.000
Torta de soya	10.000	11.000	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	0.022	0.020	0.020	0.020
SuplaminDifos	0.250	0.250	0.250	0.250
Sal común	0.389	0.397	0.404	0.252
Carbonato Calcio	1.447	1.048	0.935	0.793
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

<b>NUTRIENTES</b>				
Proteína, %	16.787	16.001	15.467	15.000
F.D.N.,%	30.978	32.242	34.102	35.862
Calcio, %	0.800	0.782	0.600	0.600
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

### 3.2.5. Materiales para la toma de muestra de heces

- Bolsas de plástico
- Bolsas de papel
- Bandejas de aluminio
- Espátula colectora de heces
- Cuaderno de registro

### 3.2.6. 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

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

### 3.2.7. 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

### 3.2.8. Otros materiales

- Alambre de la bomba calorimétrica
- Balde
- Lavador
- Cuaderno de control
- Cámara fotográfica
- Escobilla
- Laptop

- Calculadora
- Regla
- Tijera
- Pizeta
- Papel filtro

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Determinación de la composición química

La composición química de la broza de quinua se determinó a través de los métodos de la AOAC (1995), El contenido de H° y MS fue determinado por secado en estufa a una temperatura de 60°C por un tiempo  $\geq 72$  horas. La preparación de las muestras se realizó por molienda en molino de disco a un tamaño de partícula de 2 mm, luego conservadas a temperatura de laboratorio en recipientes especiales a prueba de humedad.

El extracto etéreo (EE) se determinó por extracción a reflujo con hexano en soxhlet; la proteína cruda (PC), a partir del nitrógeno total mediante el método Kjeldahl; las cenizas totales (CT), por incineración de la materia seca a 600°C durante 4 horas en horno mufla; la fibra detergente neutro (FDN), por extracción a reflujo en analizador de fibra provista de vasos Berzelius por el método de Van Soest (1991); y el contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF), se estimó por diferencia aritmética entre la materia seca y los componentes analizados químicamente, según la siguiente ecuación (Mertens, 1997):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{EE} + \text{FDN} + \text{PT} + \text{CT}).$$

El contenido de energía bruta se determinó por calorimetría de bomba (Parr Instrument Co.).

### 3.3.2. Determinación del consumo voluntario

El consumo voluntario de las dietas con inclusión de broza de quinua se determinó a través de la medición del alimento ofrecido y rechazado. Se suministró una cantidad constante de 50 gramos de la dieta. Todos los datos fueron ajustados a la materia seca, sujeto a las siguientes fórmulas:

$$\text{MSO, Kg} = \frac{\% \text{ MS del Alimento}}{100} \times \frac{\text{Alimento Ofrecido}}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

$$\text{MSR, Kg} = \frac{\% \text{ MS del Residuo}}{100} \times \frac{\text{Alimento Rechazado}}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

La materia seca ingerida (MSI) corresponde a la diferencia entre la materia seca ofrecida (MSO) y la materia seca rechazada (MSR):

$$\text{MSI} = \text{MSO} - \text{MSR}$$

Los resultados se expresaron como cantidad por día (g/d), proporción del peso vivo (%) y cantidad por unidad de peso metabólico ( $\text{g/W}_{\text{Kg}}^{0.75}$ ), donde W = peso corporal del animal (Cordova et al., 1978; Forbes, 1986).

### 3.3.3. Determinación de la digestibilidad y valor Energético

La digestibilidad de las dietas se determinó por el método convencional *in vivo*, por colección fecal total (Guevara et al., 2008), en dos fases por etapa, una de acostumbramiento y otra de colección, con una duración de 7 días por etapa. La fase de acostumbramiento tuvo la finalidad de establecer el nivel de consumo de alimento, asegurar el recambio total del contenido del tracto digestivo, ajustar el patrón digestivo al nuevo alimento. La fase de colección tuvo como objetivo las mediciones cuantitativas de alimento ofrecido, rechazado y consumido, así como la excreción de heces.

Las dietas fueron ofrecidas en una cantidad de 50g de mezcla molida y secada al aire elaborada para cuyes en crecimiento, con inclusión de broza de quinua (10, 20 y 30%), una vez por día (6 am). La colección fecal se realizó una sola vez por día (6 horas) antes del suministro de alimento.

La digestibilidad de la materia seca (DMS) se determinó como la proporción porcentual de la cantidad digerida con relación a la cantidad consumida.

$$\text{DMS, \%} = \frac{\text{MSC} - \text{MSE}}{\text{MSC}} \times 100$$

Donde:

MSC = materia seca consumida, MSE = materia seca excretada.

Los nutrientes digestibles totales (NDT), como la proporción de las cantidades de las fracciones nutricionales digeridas con relación a la cantidad de materia seca consumida, sujeta a la siguiente fórmula:

$$\text{NDT, \%} = \frac{2.25(\text{EE}_{\text{d, g}}) + \text{FDN}_{\text{d}} + \text{PC}_{\text{d}} + \text{CNF}_{\text{d}}}{\text{IMS, g}} \times 100$$

Dónde: EE = extracto etéreo, FDN = fibra detergente neutro, PC = proteína cruda, CNF = carbohidratos no fibrosos, d = digerido.

La digestibilidad de la broza de quinua “k’iri” se determinó mediante la fórmula planteada para la técnica por diferencia (Bureau et al., 1999; Bureau y Hua, 2006), basado en la asunción de que la digestibilidad de una dieta en mezcla es igual a la suma de las proporciones de la dieta proveída por cada ingrediente cuando se ofrece solo (Kleiber, 1961), para lo cual se elaboró una dieta basal en la cual se adicionó niveles crecientes de broza de quinua (10, 20 y 30%).

$$\text{D ingr.} = \text{Dieta prueba} + \left[ (\text{Dig. dieta prueba} - \text{Dig. dieta basal}) \times \left( \frac{0.7}{0.3} \right) \right]$$

Donde:

D ingr. = digestibilidad del ingrediente (broza de quinua)

Dieta prueba = dieta basal + broza

Dieta basal = dieta de referencia sin broza de quinua

### 3.3.4. Análisis estadístico

Los datos de la composición química y consumo de alimento se expresaron en medidas de tendencia central. Los datos de digestibilidad se analizaron a través de un diseño Cuadrado Latino (4x4x4), con cuatro cuyes (columnas), cuatro etapas (filas) y cuatro dietas (tratamientos), cuyos promedios se analizaron con la prueba de comparación múltiple de medias de Dunnett ( $\alpha < 0.05$ ), utilizando el programa SAS versión 9.2, sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo (Kuehl, 2001).

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

Donde:

$Y_{ijk}$  : Variable de respuesta

$\mu$  : Media general

$\rho_i$  : Variación entre etapas (filas)

$\gamma_j$  : Variación entre cuyes (columnas)

$\tau_k$  : Variación entre dietas (tratamientos)

$\xi_{ijk}$ : Variación entre observaciones (error)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Composición química

Los resultados de la composición química de la broza de quinua se muestran en la Tabla 7 y Anexo I.

**Tabla 7**

#### Composición de química de la broza de quinua

COMPOSICIÓN	PROMEDIO
Humedad,%	4.98
Extracto etéreo,%	1.52
Fibra detergente neutro,%	39.84
Proteína total,%	4.06
Ceniza totales ,%	7.67
Carbohidratos no fibrosos,%	46.91
Energía bruta Kcal/g <i>de materia seca</i>	4.17

Los resultados reportados por diferentes autores sobre la composición química de la broza de quinua son diferentes a los determinados a la presente investigación, así Vargas (1984) reporto una humedad de 4.55 %, extracto etéreo de 0.86 %, proteína cruda 6.20%, fibra cruda 40.93 %, ceniza de 11.25 %, nifex 40.76%. La FAO en el año 2010 reporta una humedad de 7.6 %, EE de 1.56 %, PT de 7.53 %, FC 42.9 %, CT de 11.4 %. Álvaro (2015) reportó una humedad de 5 %, EE de 2.2 %, PT 7.5 %. FDN 66.7 %, CT de 11.4 %, CNF 12.2% NDT 56.3 % EB 4325 kcal/Kg; estas diferencias son más marcadas con el contenido de proteína y la fibra, pudiéndose asumir que hubo influencia de la variedad de quinua, el tiempo

de exposición al sol, almacenamiento, etc., condiciones que no son mencionadas en ninguna de las investigaciones citadas.

En comparación de otras brozas como la de cañihua Vargas (1984) reportó una H° de 3.9 %, EE de 1.62 %, PT de 4.89 %; FC 39.21 %, CT de 11.79 %, Nifex 42.54%; datos que se son similares a los obtenidos en la presente investigación en lo que se refiere a proteína, esta similitud puede deberse a que ambas brozas pertenecen a la familia de Chenopodiaceas.

Respecto a lo encontrado por Calcina (2015) en su investigación sobre la digestibilidad y valor energético del “jipi” en cuyes, reportó una humedad de 4.8 %, EE de 4.8 %, PT 7.8 %. FDN 35.8 %, CT de 13.5 %, CNF 38.1 %, EB 4152 kcal/kg; datos que son diferentes a los obtenidos en la presente investigación, debido a que el “jipi” está compuesto por los residuos de los granos de quinua luego del proceso de venteo (Tapia *et al*, 1979) por tal razón se asume que tiene mayor proteína y menor fibra.

#### **4.2. Consumo voluntario**

La Tabla 8 y el Anexo II, III, VII y VIII muestran los consumos de las dietas como cantidad por animal por día, proporción del peso vivo y cantidad por peso metabólico, sin evidenciar diferencia estadística.

Tabla 8

## Consumo voluntario promedio de las dietas

Variable	Dietas			
	T0	T1	T2	T3
Peso vivo, g	870.5±66.9 <sup>a</sup>	888.0±84.1 <sup>a</sup>	874.0±63.8 <sup>a</sup>	853.5±45.4 <sup>a</sup>
Consumo de materia seca				
g/d	45.2±0.9 <sup>a</sup>	46.0±0.8 <sup>a</sup>	46.2±0.8 <sup>a</sup>	46.2±0.5 <sup>a</sup>
% del peso vivo	5.2±0.4 <sup>a</sup>	5.2±0.5 <sup>a</sup>	5.3±0.4 <sup>a</sup>	5.4±0.3 <sup>a</sup>
g/WKg <sup>0.75</sup>	50.3±2.4 <sup>a</sup>	50.6±3.6 <sup>a</sup>	51.3±2.8 <sup>a</sup>	52.1±1.7 <sup>a</sup>

El consumo voluntario de materia seca fue similar con las cuatro dietas, con una ligera menor tendencia para el T3 (30% de inclusión), indicando que las dietas con inclusión de broza de quinua son aceptadas en los tres niveles de inclusión, tan similares como con la dieta basal, evidenciando su posibilidad de uso en la alimentación de cuyes como ingrediente de volumen. Las tres formas de expresión del consumo fue similar entre grupos, evidenciándose una mayor uniformidad con el consumo por unidad de peso metabólico ( $g/W_{kg}^{0.75}$ ), que constituye el mejor indicador de consumo de materia seca para comparaciones independientemente de la especie y clase animal, pues está basado en el peso metabólico y no en el peso corporal, que tiene gran influencia en las variaciones del consumo (Camacho, 2010).

El nivel de inclusión de broza de quinua en la dieta no afecta el consumo de materia seca, evidenciando una buena palatabilidad en las dietas. Estos resultados son concordantes con el reporte de Chauca (1997) que el porcentaje de fibra cruda de 6 a 18 % en los concentrados utilizados en la alimentación de cuyes no muestra diferencias significativas; igualmente Villafranca (2003) al evaluar tres niveles de fibra de 10, 12 y 14 % en el concentrado para cuyes en crecimiento tampoco observó diferencias significativas entre tratamientos.

### 4.3. Digestibilidad de la materia seca (DMS)

#### 4.3.1. Digestibilidad de las dietas

La Tabla 9 y Anexos IV, V, IX muestran la digestibilidad de materia seca de las dietas.

**Tabla 9**

#### Digestibilidad de la materia seca del alimento

VARIABLE	DIETAS			
	T0	T1	T2	T3
DMS,%	72.3±2.0 <sup>a</sup>	70.6±1.2 <sup>a</sup>	68.5±1.7 <sup>b</sup>	66.2±1.5 <sup>b</sup>

DMS = digestibilidad de materia seca

Donde se observó que la digestibilidad de la materia seca fue diferente entre las dietas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor para el T0 con 72.3 % y el T1 con 70.6 % en comparación con 68.5 % y 66.2 % de los T2 y T3, respectivamente; esto debido a los niveles de inclusión de fibra de la broza

de quinua de las diferentes tratamientos, lo que implica que a mayores porcentajes de inclusión de broza de quinua (20 y 30 %) tienen una menor digestibilidad; corroborado por McDonal *et al* (2013) quienes menciona que la digestibilidad de los alimentos guardan estrecha relación con la composición química sobre todo la fracción fibra de los alimentos que es la que más afecta a su digestibilidad, siendo importante tanto la cantidad y calidad de la fibra.

#### 4.3.2. Digestibilidad de la broza de quinua

La Tabla 10 y Anexos VI y X muestran la digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua (k'iri).

**Tabla 10**

#### **Digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua (K'iri)**

Variable	Tratamientos		
	T2	T3	T4
DMS, %	55.89±7.81 <sup>a</sup>	53.46±5.73 <sup>a</sup>	52.14± 5.03 <sup>a</sup>

DMS = digestibilidad de materia seca

Donde se observar que la digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua (k'iri) es similar entre los tres niveles de inclusión ( $P>0.05$ ), con una ligera tendencia a la disminución conforme el nivel de inclusión incrementa.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron diferentes a los reportados por Calcina (2015), quien mencionó que la digestibilidad de la

materia seca de los residuos de trilla del grano de quinua (jipi) que fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre niveles de inclusión, siendo el nivel de inclusión del 30 % (T3) el de mayor digestibilidad (81.36); incluso al obtenido en la presente investigación que fue de 55.89 % que pertenece al 10 % de inclusión de la broza de quinua; por lo que se puede asumir que la mayor digestibilidad del “jipi” se debe a la presencia de granos de quinua los que tienen mayor digestibilidad, esto en comparación a la broza de quinua que está compuesta por el tallo primario, tallos secundarios, los pedúnculos y las hojas secas tal como reporta Tapia *et al*, (1979).

En comparación con otros alimentos fibrosos se nota una diferencia marcada con la presente investigación; como el realizado por Garay *et al*. (2008), quien investigo sobre el uso la cáscara de algodón y la cascarilla de arroz como ingredientes donde obtuvo un coeficiente de digestibilidad (CD) de la cáscara de algodón 70.57 % y la cascarilla de arroz 69.2 % de la materia seca; esta diferencia se debería a que ambos ingredientes son cascaras versus la broza de quinua que está compuesta por el tallo primario, tallos secundarios, los pedúnculos y las hojas secas tal como reporta Tapia *et al*, (1979), corroborado ello por McDonal *et al*, (2013) quien menciona que la digestibilidad de las paredes celulares es mucho más variable, ya que depende del grado de lignificación, no obstante la digestibilidad de las paredes celulares dependen también de las estructuras de los tejidos vegetales.

#### 4.4. Valor energético

##### 4.4.1. Valor energético de las dietas

La Tabla 11 y Anexos IV, V, IX muestran la digestibilidad de materia seca de las dietas.

**Tabla 11**

#### Valor energético de las dietas

VARIABLE	DIETAS			
	T0	T1	T2	T3
NDT,%	71.4±1.8 <sup>a</sup>	70.5±1.1 <sup>a</sup>	68.0±1.6 <sup>b</sup>	66.1±1.3 <sup>b</sup>
ED,Kcal/g	3.1±0.047 <sup>a</sup>	3.0±0.097 <sup>a</sup>	2.8±0.082 <sup>b</sup>	2.6±0.019 <sup>b</sup>

NDT = nutrientes digestibles totales, ED = energía digestible.

Donde se puede observar que la tanto en el NDT y ED fue diferente entre las dietas ( $P < 0.05$ ), siendo mayor para el T0 con 71.4 % de NDT y 3.1 Kcal/g de ED y el T1 con 70.5 % de NDT y 3.0 Kcal/g de ED en comparación con 68.0 % de NDT y 2.8 Kcal/g de ED T2 y con 66.1 % de NDT y 2.6 Kcal/g de ED T3; esto debido a los niveles de inclusión de fibra de la broza de quinua de las diferentes tratamientos, lo que implica que a mayores porcentajes de inclusión de broza de quinua (20 y 30 %) tienen un menor valor energético.

#### 4.4.2. Valor energético de la broza de quinua

La Tabla 12 y Anexos VI y X muestran la digestibilidad de la materia seca de la broza de quinua (k'iri).

**Tabla 12**

#### Valor energético de la broza de quinua (K'iri)

Variable	Tratamiento		
	T2	T3	T4
NDT, %	62.79±7.43 <sup>a</sup>	54.50±5.39 <sup>a</sup>	53.69±4.68 <sup>a</sup>
ED, Kcal/g MS	2.80±0.36 <sup>a</sup>	2.35±0.25 <sup>a</sup>	2.30±0.23 <sup>a</sup>

NDT = nutrientes digestibles totales, ED = energía digestible

Donde se observó que tanto los NDT y ED de la broza de quinua (k'iri) es similar entre los tres niveles de inclusión ( $P > 0.05$ ), con una ligera tendencia a la disminución conforme el nivel de inclusión incrementa.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron diferentes a los reportados por Calcina (2015), quien reportó valores energéticos 76.0 % de NDT y 2.81 Kcal/g de ED materia seca entre siendo el nivel de inclusión de 30 % (T3) de "jipi" mayor a 53.69 % NDT y 2.3 Kcal/g ED al nivel de inclusión del 30 % de broza de quinua del presente trabajo de investigación; por lo que se puede asumir que el mayor aporte de energía del "jipi" se debe a la presencia de granos de quinua, esto en comparación

a la broza de quinua que está compuesta por el tallo primario, tallos secundarios, los pedúnculos y las hojas secas (Tapia *et al*, 1979).

En comparación con otros alimentos fibrosos como el realizado por Garay *et al*. (2008) quien investigo sobre el uso la cáscara de algodón y la cascarilla de arroz como ingredientes fibrosos de origen vegetal presentan un aporte de energía digestible (ED) en base seca para la cáscara de algodón es de 3.12 Mcal/kg y para la cascarilla de arroz 2.91 Mcal/kg; esta diferencia se debe a que ambos ingredientes son cascaras versus la broza de quinua que está compuesta por el tallo primario, tallos secundarios, los pedúnculos y las hojas secas tal como reporta Tapia *et al*, (1979).

## V. CONCLUSIONES

1. La broza de quinua (k'iri) presenta humedad 4.98 %: EE 1.52 %, PC 4.06 %, FDN 39.84 %, CT 7.67 %, y un contenido de energía bruta de 4.17 Kcal/g de materia seca.
2. El consumo voluntario de materia seca de las dietas con inclusión de broza de quinua "k'iri" en cuyes fue similar con relación a la dieta basal, con un promedio general de 45.9 g/d, 5.3 % del peso vivo y  $52.7g/W_{Kg}^{0.75}$ .
3. La digestibilidad de la broza de quinua "k'iri" no mostro diferencias entre tratamientos ( $P<0.05$ ) siendo el promedio general de 53.83 %.
4. El valor energético de la broza de quinua "k'iri" no mostró diferencias, siendo para el T2 62.8 % de NDT y 2.8 Kcal/g ED, T3 54.5 % de NDT y 2.4 Kcal/g ED; y T4 52.1 % de NDT y 2.3 Kcal/g ED.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio comparativo entre la broza de quinua y otros alimentos fibrosos en la alimentación de cuyes en sus diferentes etapas de crianza.
2. Realizar un estudio de costo del procesamiento de la broza de quinua respecto a otras fuentes de fibra.
3. Investigar los efectos de broza de quinua (k'iri) en la respuesta animal en producción, reproducción y las características de la carne de cuy.

## VII. REFERENCIAS

- Aliaga, L. 1996. Producción de cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú. 1ª ed. Huancayo, Perú. Edit. UNCP.pp. 145-179.
- Alvaro, M. 2015. Alimentación de Carnerillos Corriedale con concentrado fibroso. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis 15<sup>th</sup> ed. Association official of analytical chemists, Arlington, VA.
- Bureau, D. P., A. M. Harris, and C. Y. Cho. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 180:345-358.
- Bureau, D. P., and K. Hua. 2006. Letter to the Editor of *Aquaculture*. *Aquaculture*, 252:103-105
- Calcina, C. 2015. Digestibilidad y Valor Energético de residuos de quinua “jipi” en cuyes. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Camacho, M. 2010. Manual de prácticas de alimentación animal. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Estudios Superiores Cautlitlan Papime PE 205907.
- Carrasco, C., D. Cuno, K. Carlqvist, M. Galbe, and G. Lidén. 2014. SO<sub>2</sub>-catalysed steam pretreatment of quinoa stalks. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, DOI: 10.1002/jctb.4286.
- Castro, B. y P. Chirinos. 1994. Avances en nutrición y alimentación de cuyes Crianza de Cuyes, Guía Didáctica. Universidad Nacional del centro Huancayo, Perú. 136 – 146pp.

- Caycedo, VA. 2000. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Pasto – Colombia. 323 p.
- Chauca, L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma – Italia. 120 p.  
En:<http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s00.HTM>
- Church, D. 2002. Fundamento de Nutrición e Alimentación de Animales. 3ª ed. México. Edit. UTEHA. 512p.
- Church, D. y W. Pond. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Acribia, Zaragoza, España. 462p.
- Collazos, O. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 7 ed. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud / Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Peru.
- Cordova, F. J., J. D. Wallace, and R. D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A Review. *J. Range Manage.*, 31(6):430-438
- Coulter, L., y K. Lorenz. 1990. Quinoa-composition, nutrition value, food applications. *Lebens. Wiss. Technol.*, 23:203-215
- Crodau, M. 1977. Comparative Study of Energy Consumption in Biological and Conventional Agriculture. IFOAM Boletín # 20
- FAO, 2010. Food and agricultura organization of the united nations. (INDDA) Instituto de Desarrollo Agroindustria. INPhO compendio de poscosecha. EEUU. 12p.

- FAO, 2011. Quinoa. An ancient crop to contribute to world food security. Regional office for Latin America and the Caribbean. July 2011. Rome.
- Forbes, J. M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworths & Co. (Publishers) Ltd., London.
- Garay I. G., V. R. Vergara, L. F Chauca, y R. M. E. Remigio. 2008. Digestibilidad y energía digestible de la cáscara de algodón y cascarilla de arroz en cuyes (*Cavia porcellus*)". 63p.
- Guevara, P., T. Claeys, and G. P. J. Janssens. 2008. Apparent digestibility in meat-type guinea pigs as determined by total collection or by internal marker. *Veterinari Medicina*, 53(4):203-206.
- Hanna, J. M. and C. A. Hornick. 1977. Use of coca leaf in southern Peru: adaptation or addiction. *Bull Narc.*, 29:63-74pp.
- Hidalgo, V. T. Montes, Cabrera y P. A. Moreno. 1995. Crianza de cuyes Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Págs. 128.
- Kajjak, N., A. Atanacio, L. Chauca y L. Castro. 1991. Evaluación nutritiva de residuos de quinua, kiwicha y tarwi en cuyes, EEA Santa Ana, EEA La Molina INIAA y UNCP Huancayo Perú. 124p.
- Kirchgessner M. y Tyler, 1992. Tierernährung. DLG-Verlag Frankfurt, Alemania. 533p.
- Kleiber, M 1961. Bioneregética Animal. El fuego de la vida ("The fire of Life"). Editorial Acribia, pp 236.
- Kozioł, M. J. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *J. Food Compos. Anal.*, 5(1):35-68.

- Kuehl, R. 2001. Diseño de Experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Versión Española de la 2da Edición. Thomson-Learning. The University of Arizona.
- León J. M. H., 2003. Cultivo de quinua y descripción, manejo y producción en la región Puno. Perú pp 31.
- Lammers, P. J., S. L. Carlson, G. A. Zdorkowski, and M. S. Honeyman. 2009. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of guinea pig (*Caviaporcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*. 24:155-162.
- Marca S. V., W. J. Chauca, J. C. Q. Quispe y V. C. Mamani. 2011. Comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva de quinua en la región Puno. Dirección Regional Agraria Puno Perú. pp 8.
- Maynard, L. 1981. *Nutrición Animal*. 7ª ed. México. Edit. McGraw Hill. 215-217pp.
- McDonald P., Edwards R., Greenhalgh J., Morgan C., Sinclair L., Wilkinson R., 1013. *Animal Nutrición*. 7ª ed. EEUU. New York. Se. 85p.
- Mertens, D.R., 1997. Rate and extent of digestion. pp. 13-51. in J.M. Forbes and J. France (eds.), *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. CAB International, Wallingford, UK.
- MINAGRI, 2015. Estudio Técnico N°1- quinua peruana. Lima Perú.
- Nacional Research Council (NRC). 1995. *Nutrient Requeriments of Laboratory Animals*. Fourth revised edition. Washintong. USA. 192p. <http://www.nap.edu/catalog/2-12-2008>.

- ONU, 2006. Organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial, Estudio para la prospectiva para los productos del altiplano y los valles centrales de los andes de Bolivia-Ecuador-Perú.
- O'dell, B. L., E. R. Morris and W. O. Regan. 1960. Magnesium requirement of guinea pigs and rats. Effect of calcium and phosphorus and symptoms of magnesium deficiency. *Journal of Nutrition* Vol. 70 pp. 103-111. [Official methods of analysis of AOAC International, 16th edition. Volume 1.](#) 1995 pp.
- Rivera, R. 1995. Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y Perspectivas de su Desarrollo. Editorial Minerva. Lima, Perú. 417 p.
- Roque, B. H. 2015. Nutrición y alimentación animal consumo y digestibilidad, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú. 5-6pp.
- Roque, B., J. L. Bautista, M. J. Aranibar, R. D. Rojas, D. Pineda, A. Flores, F. Rojas y C. Pinares. 2012. Utilizó 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, pp 11-19.
- Senamhi (2015) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. [www.senamhi.gob.bo/meteorologia/pronosticoextendido.php](http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/pronosticoextendido.php).
- Simon, M. 1992. Efecto de aditivos estimulantes, inhibidores y absorbentes, sobre la digestibilidad del ensilaje en terneros rumiantes. Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. 53p.
- Tapia, M. 2000. Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO, Santiago de Chile.

- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A. Mujica, A 1979. La quinua y kañiwa. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Bogotá.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597
- Vargas, A. 1984. Digestibilidad IN-VITRO de las brozas de Quinoa, Cañihua, Paja de cebada y heno de avena en Ovinos. En Puno, Perú. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agronomo con mención en zootecnia, puno, Perú.
- Vega-Gálvez, A., M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente and E. A. Martínez. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd*), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.*, 90:2541-2547.
- VILLAFRANCA, A. 2003. Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde.

# Anexos

## ANEXO I

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA BROZA DE QUINUA

materia seca	PSO papel	PPL +PMFRES	PES MUE H°	PPL+PMS	PS MS	agua	MS %	H°
	2.2747	11.9818	9.7071	11.4987	9.224	0.4831	95.02323	4.9767696

Proteína								
MUESTRA	VOL H2SO4	normalidad	equivalente	Peso Iniiial		PT%	NT	CORREC
R-1	1.8	0.0499	0.014	0.2028	0.0062006	0.6200592	3.8753698	4.0783394
R-2	2.2	0.0523	0.014	0.2621	0.0061459	0.6145899	3.8411866	4.0423658
								4.0603526

#### Fibra Detergente Neutro

	Muestra	peso crisol	M+PSC	PCS+SECO	PSC + CENIZ	FIBRA	FDN %	CORREC
R-1	1.009	37.2818	38.2908	37.9997	37.6022	0.3975	39.395441	41.458747
R-2	1.0092	28.7547	29.7639	29.439	29.0723	0.3667	36.335711	38.238767
							37.865576	39.848757

#### Extractó Etéreo

	PESO PAPEL	PP+MST	PESO DE MUESTRA	PP+Mseca	grasa perdida	grasa perdida	EE %	CORREC
R-1	0.9836	3.0095	2.0259	2.9813	0.0282	0.9554	1.3919739	1.4648775
R-3	0.954	2.9636	2.0096	2.9335	0.0301	0.9239	1.4978105	1.5762572
							1.4448922	1.5205674

#### Ceniza

	PESO CRIZL	PESO DE MUESTRA	PCS+M	PCS+ CENIZ	CENIZA	MO	MI=MO-MS	CORREC
R-1	15.9181	2.0038	17.9219	16.0645	1.8574	92.694	7.3061184	7.6887708
R-2	21.4412	2.0017	23.4429	21.5871	1.8558	92.711	7.2888045	7.6705501
							7.2974614	7.6796605

#### Energía

Muestra	peso	temperatura	cal /g	alambre	Δ T°	alambre N/C	EB cal/g	EB Kcal/g
R1	1.00	18.1576	4133.7707	2.4	1.1576	1.04	4134.8	4.13
R2	1.0021	18.1487	4203.6425	2.6	1.1487	1.13	4204.8	4.20
								4.17

**ANEXO II**

**CONSUMO DE LA DIETA POR TRATAMIENTOS**

Cuy	Control								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Peso,g	734.000	858.000	798.000	910.000	942.000	921.000	920.000	881.000	870.500	66.922	7.688
Consumo g/d	43.560	44.340	45.070	44.770	45.890	46.100	46.170	45.510	45.176	0.862	1.909
consumo % Pv	5.935	5.168	5.648	4.920	4.872	5.005	5.018	5.166	5.216	0.353	6.769
Consumo g/W0.75	54.931	49.737	53.381	48.051	47.993	49.035	49.149	50.047	50.291	2.362	4.696

Cuy	T1								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Peso,g	1015.00	965.000	788.000	848.000	795.000	868.000	833.000	992.000	888.000	84.074	9.468
Consumo g/d	46.090	46.200	47.060	44.960	46.030	44.570	46.500	46.640	46.006	0.787	1.711
consumo % Pv	4.541	4.788	5.972	5.302	5.790	5.135	5.582	4.702	5.226	0.494	9.452
Consumo g/W0.75	45.578	47.451	56.267	50.878	54.672	49.562	53.330	46.922	50.583	3.639	7.195

Cuy	T2								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Peso,g	856.000	874.000	893.000	1031.00	844.000	814.000	826.000	854.000	874.000	63.775	7.297
Consumo g/d	47.230	47.590	46.370	45.460	45.700	45.870	45.900	45.400	46.190	0.763	1.652
consumo % Pv	5.518	5.445	5.193	4.409	5.415	5.635	5.557	5.316	5.311	0.365	6.867
Consumo g/W0.75	53.072	52.648	50.478	44.431	51.899	53.525	52.976	51.105	51.267	2.761	5.385

Cuy	T3								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
Peso,g	894.000	819.000	864.000	860.000	918.000	880.000	764.000	829.000	853.500	45.354	5.314
Consumo g/d	45.910	45.540	46.190	46.760	47.140	46.510	45.560	46.010	46.203	0.531	1.150
consumo % Pv	5.135	5.560	5.346	5.437	5.135	5.285	5.963	5.550	5.427	0.254	4.688
Consumo g/W0.75	49.935	52.897	51.542	52.360	50.264	51.190	55.752	52.959	52.112	1.731	3.322

ANEXO III Promedio datos de los alimentos ofrecidos, alimento rechazado, heces excretadas de la dieta con inclusión de la broza de quinua en cuyes

A1 PRIMERA ETAPA DE RECOLECCIÓN

etapa/ Cuy (I)	tratamiento		alimento ofrecido						Alimento Rechazado (Residuo + Desperdicio)						Cons						Heces excretadas						Digestion	
	%	G	MFO	MF	MS	Agua	H°	MS	MSO	RA	MS	Agua	H°	MS	MSR	IMS	MF	MS	Agua	H°	MS	MSE	MS	MSD	DMS			
1	control	50.00	50.00	50.00	46.80	3.20	6.40	93.60	46.80	3.85	3.24	0.61	15.84	84.16	3.24	43.56	15.09	11.83	3.26	21.60	78.40	11.83	31.73	72.84				
2	control	50.00	50.00	50.00	45.70	4.30	8.60	91.40	45.70	1.78	1.36	0.42	23.60	76.40	1.36	44.34	21.84	12.19	9.65	44.18	55.82	12.19	32.15	72.55				
3	T1	50.00	50.00	50.00	47.70	2.30	4.60	95.40	47.70	0.94	0.64	0.30	31.91	68.09	0.64	47.06	16.11	13.51	2.60	16.14	83.86	13.51	33.55	71.29				
4	T1	50.00	50.00	50.00	46.80	3.20	6.40	93.60	46.80	2.31	1.84	0.47	20.35	79.65	1.84	44.96	18.38	12.84	5.54	30.14	69.86	12.84	32.12	71.44				
5	T2	50.00	50.00	50.00	46.90	3.10	6.20	93.80	46.90	1.68	1.20	0.48	28.57	71.43	1.20	45.70	24.36	15.90	8.46	34.73	65.27	15.90	29.80	65.21				
6	T2	50.00	50.00	50.00	47.20	2.80	5.60	94.40	47.20	1.81	1.33	0.48	26.52	73.48	1.33	45.87	16.99	13.69	3.30	19.42	80.58	13.69	32.18	70.15				
7	T3	50.00	50.00	50.00	47.00	3.00	6.00	94.00	47.00	1.88	1.44	0.44	23.40	76.60	1.44	45.56	19.81	15.00	4.81	24.28	75.72	15.00	30.56	67.08				
8	T3	50.00	50.00	50.00	46.70	3.30	6.60	93.40	46.70	1.00	0.69	0.31	31.00	69.00	0.69	46.01	19.50	14.74	4.76	24.41	75.59	14.74	31.27	67.96				

A2 SEGUNDA ETAPA DE RECOLECCIÓN

etapa/ Cuy (II)	tratamiento		alimento ofrecido						Alimento Rechazado (Residuo + Desperdicio)						Cons						Heces excretadas						Digestion	
	%	G	MFO	MF	MS	Agua	H°	MS	MSO	RA	MS	Agua	H°	MS	MSR	IMS	MF	MS	Agua	H°	MS	MSE	MS	MSD	DMS			
1	T3	50.00	50.00	50.00	47.40	2.60	5.20	94.80	47.40	1.80	1.49	0.31	17.22	82.78	1.49	45.91	20.11	16.44	3.67	18.25	81.75	16.44	29.47	64.19				
2	T3	50.00	50.00	50.00	46.80	3.20	6.40	93.60	46.80	1.84	1.26	0.58	31.52	68.48	1.26	45.54	21.30	14.66	6.64	31.17	68.83	14.66	30.88	67.81				
3	control	50.00	50.00	50.00	46.10	3.90	7.80	92.20	46.10	1.77	1.03	0.74	41.81	58.19	1.03	45.07	22.79	12.10	10.69	46.91	53.09	12.10	32.97	73.15				
4	control	50.00	50.00	50.00	47.00	3.00	6.00	94.00	47.00	3.99	2.23	1.76	44.11	55.89	2.23	44.77	23.99	12.13	11.86	49.44	50.56	12.13	32.64	72.97				
5	T1	50.00	50.00	50.00	47.30	2.70	5.40	94.60	47.30	2.07	1.27	0.80	38.65	61.35	1.27	46.03	23.09	14.69	8.40	36.38	63.62	14.69	31.34	68.06				
6	T1	50.00	50.00	50.00	46.70	3.30	6.60	93.40	46.70	2.76	2.13	0.63	22.83	77.17	2.13	44.57	16.50	12.50	4.00	24.24	75.76	12.50	32.07	71.95				
7	T2	50.00	50.00	50.00	47.50	2.50	5.00	95.00	47.50	2.07	1.60	0.47	22.71	77.29	1.60	45.90	27.66	14.39	13.27	47.98	52.02	14.39	31.51	68.65				
8	T2	50.00	50.00	50.00	46.60	3.40	6.80	93.20	46.60	1.79	1.20	0.59	32.96	67.04	1.20	45.40	22.03	14.99	7.04	31.96	68.04	14.99	30.41	66.98				

A3 TERCERA ETAPA DE RECOLECCIÓN

etapa/ Cuy (III)	tratamiento %	alimento ofrecido										Alimento Rechazado (Residuo + Desperdicio)					Cons					Heces excretadas					Digestive		
		MFO		MF		MS		Agua		H°		MSO		RA	MS	MSR	MS	H°	MS	IMS	MF	MS	Agua	H°	MS	MSE	MSD	D	
		G	%	G	%	G	%	G	%	g/d	g	g/d	g	g	g/d	%	g	g	G	g	g	G	%	g	g/d	g/d	%		
1	T2	50.00	50.00	49.00	2.00	98.00	49.00	1.00	2.00	2.00	98.00	49.00	2.79	1.77	1.02	36.56	63.44	1.77	47.23	21.30	15.01	6.29	29.53	70.47	15.01	32.22	6		
2	T2	50.00	50.00	48.60	2.80	97.20	48.60	1.40	2.80	97.20	48.60	1.39	1.01	0.38	27.34	72.66	1.01	47.59	23.46	14.87	8.59	36.62	63.38	14.87	32.72	6			
3	T3	50.00	50.00	47.90	2.10	95.80	47.90	2.10	4.20	95.80	47.90	3.27	1.71	1.56	47.71	52.29	1.71	46.19	24.69	15.17	9.52	38.56	61.44	15.17	31.02	6			
4	T3	50.00	50.00	48.70	1.30	97.40	48.70	1.30	2.60	97.40	48.70	2.60	1.94	0.66	25.38	74.62	1.94	46.76	34.09	16.24	17.85	52.36	47.64	16.24	30.52	6			
5	Control	50.00	50.00	47.20	2.80	94.40	47.20	2.80	5.60	94.40	47.20	1.60	1.31	0.29	18.13	81.88	1.31	45.89	28.61	14.77	13.84	48.37	51.63	14.77	31.12	6			
6	Control	50.00	50.00	48.30	1.70	96.60	48.30	1.70	3.40	96.60	48.30	2.69	2.20	0.49	18.22	81.78	2.20	46.10	17.54	12.07	5.47	31.19	68.81	12.07	34.03	6			
7	T1	50.00	50.00	48.50	1.50	97.00	48.50	1.50	3.00	97.00	48.50	2.81	2.00	0.81	28.83	71.17	2.00	46.50	22.70	13.81	8.89	39.16	60.84	13.81	32.69	6			
8	T1	50.00	50.00	47.90	2.10	95.80	47.90	2.10	4.20	95.80	47.90	1.89	1.26	0.63	33.33	66.67	1.26	46.64	22.53	13.79	8.74	38.79	61.21	13.79	32.85	6			

A4 CUARTA ETAPA DE RECOLECCIÓN

etapa/ Cuy (IV)	tratamiento %	alimento ofrecido										Alimento Rechazado (Residuo + Desperdicio)					Cons					Heces excretadas					Digestive		
		MFO		MF		MS		Agua		H°		MSO		RA	MS	MSR	MS	H°	MS	IMS	MF	MS	Agua	H°	MS	MSE	MSD	D	
		G	%	G	%	G	%	G	%	g/d	g	g/d	g	g	g/d	%	g	g	G	g	g	G	%	g	g/d	g/d	%		
1	T1	50.00	50.00	48.60	2.80	97.20	48.60	1.40	2.80	97.20	48.60	3.39	2.51	0.88	25.96	74.04	2.51	46.09	18.74	13.43	5.31	28.34	71.66	13.43	32.66	6			
2	T1	50.00	50.00	47.30	5.40	94.60	47.30	2.70	5.40	94.60	47.30	1.54	1.10	0.44	28.57	71.43	1.10	46.20	17.11	13.56	3.55	20.75	79.25	13.56	32.64	6			
3	T2	50.00	50.00	48.20	1.80	96.40	48.20	1.80	3.60	96.40	48.20	2.96	1.83	1.13	38.18	61.82	1.83	46.37	21.94	13.89	8.05	36.69	63.31	13.89	32.48	6			
4	T2	50.00	50.00	47.70	2.30	95.40	47.70	2.30	4.60	95.40	47.70	3.17	2.24	0.93	29.34	70.66	2.24	45.46	20.81	13.63	7.18	34.50	65.50	13.63	31.83	6			
5	T3	50.00	50.00	48.50	1.50	97.00	48.50	1.50	3.00	97.00	48.50	3.21	1.36	1.85	57.63	42.37	1.36	47.14	20.91	16.63	4.28	20.47	79.53	16.63	30.51	6			
6	T3	50.00	50.00	48.60	1.40	97.20	48.60	1.40	2.80	97.20	48.60	3.66	2.09	1.57	42.90	57.10	2.09	46.51	20.29	15.99	4.30	21.19	78.81	15.99	30.52	6			
7	Control	50.00	50.00	48.40	1.60	96.80	48.40	1.60	3.20	96.80	48.40	2.99	2.23	0.76	25.42	74.58	2.23	46.17	19.27	13.23	6.04	31.34	68.66	13.23	32.94	6			
8	Control	50.00	50.00	47.50	2.50	95.00	47.50	2.50	5.00	95.00	47.50	5.54	1.99	3.55	64.08	35.92	1.99	45.51	20.56	11.96	8.60	41.83	58.17	11.96	33.55	6			

ANEXO IV

Tabla A1. Consumo de materia seca en el alimento y excreción de materia seca fecal y de orina. Grupo Control (dieta basal + 0% broza de quinua)

Cuy	IMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB		EMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB		DMS	NDT	ED
	g/d	%	%	%	%	%	Kcal/g	Kcal/d	g/d	%	%	%	%	%	Kcal/g	Kcal/d	%	%	Kcal/g
1	43.6	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	195.0	11.8	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	53.6	72.8	71.9	3.2468
2	44.3	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	198.5	12.2	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	55.2	72.5	71.6	3.2317
3	45.1	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	201.8	12.1	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	54.8	73.2	72.2	3.2609
4	44.8	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	200.4	12.1	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	54.9	72.9	72.0	3.2497
5	45.9	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	205.5	14.8	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	66.9	67.8	67.2	3.0191
6	46.1	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	206.4	12.1	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	54.7	73.8	72.9	3.291
7	46.2	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	206.7	13.2	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	59.9	71.3	70.5	3.179
8	45.5	4.1	30.6	17.4	5.9	40.3	4.477	203.8	12.0	4.5	61.5	14.1	11.2	8.7	4.5301	54.2	73.7	72.8	3.2866
Promedio	45.2								12.5								72.3	71.4	3.221
Desv.Est.	0.9								1.0								2.0	1.8	0.089
C.V., %	2.0								8.0								2.7	2.6	2.8

Tabla A2. Consumo de materia seca en el alimento y excreción de materia seca fecal y de orina. T1 (dieta basal + 10% broza de quinua)

Cuy	IMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB		EMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB		DMS	NDT	ED
	g/d	%	%	%	%	%	Kcal/g	Kcal/d	g/d	%	%	%	%	%	Kcal/g	Kcal/d	%	%	Kcal/g
1	46.1	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	206.24	13.4	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	59.2	70.9	70.8	3.1893
2	46.2	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	206.73	13.6	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	59.8	70.6	70.6	3.18
3	47.1	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	210.58	13.5	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	59.6	71.3	71.2	3.2083
4	45.0	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	201.18	12.9	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	56.9	71.3	71.2	3.21
5	46.0	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	205.97	14.7	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	64.8	68.1	68.2	3.0669
6	44.6	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	199.44	12.5	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	55.1	72.0	71.8	3.2376
7	46.5	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	208.07	13.8	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	60.9	70.3	70.2	3.1646
8	46.6	3.04	32.34	16.31	6.03	42.3	4.475	208.7	13.8	3.9	60.0	12.0	12.3	11.7	4.41	60.8	70.4	70.4	3.1705
Promedio	46.0								13.5								70.6	70.5	3.178
Desv.Est.	0.8								0.7								1.2	1.1	0.051
C.V., %	1.8								4.8								1.6	1.5	1.6

Tabla A3. Consumo de materia seca en el alimento y excreción de materia seca fecal y de orina. T2 (dieta basal + 20% broza de quinua)

Cuy	IMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB	EMS	EE	FDN	PT	CT	CNF	EB	DMS	NDT	ED
-----	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----	-----	----

	g/d	%	%	%	%	%	%	%	%	g/d	%	%	%	%	%	Kcal/d	Kcal/g	%	Kcal/d	%	Kcal/g
1	47.2	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	210.79	15.0	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	68.2	67.5	4.499	68.2	67.8	3.0332	
2	47.6	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	212.4	14.9	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	68.8	66.9	4.499	68.8	68.3	3.0572	
3	46.4	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	206.95	13.9	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	70.0	62.5	4.499	70.0	69.5	3.1153	
4	45.5	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	202.89	13.6	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	70.0	61.3	4.499	70.0	69.4	3.1141	
5	45.7	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	203.96	15.9	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	65.2	71.5	4.499	65.2	64.9	2.8977	
6	45.9	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	204.72	13.7	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	70.2	61.6	4.499	70.2	69.6	3.1202	
7	45.9	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	204.85	14.4	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	68.6	64.7	4.499	68.6	68.2	3.0525	
8	45.4	3.02	34.10	15.22	6.17	41.5	4.463	202.62	15.0	2.7	68.3	10.8	9.4	8.7	67.0	67.4	4.499	67.0	66.6	2.9775	
Promedio	46.2								14.5						68.5			68.5	68.0	3.046	
Desv.Est.	0.8								0.8						1.7			1.7	1.6	0.1	
C.V., %	1.8								5.4						2.5			2.5	2.4	2.5	

Tabla A4. Consumo de materia seca en el alimento y excreción de materia seca fecal y de orina. T3 (dieta basal + 30% broza de quinua)

Cuy	IMS g/d	EE %	FDN %	PT %	CT %	CNF %	EB		EMS g/d	EE %	FDN %	PT %	CT %	CNF %	EB		DMS %	NDT %	ED Kcal/g
							Kcal/g	Kcal/d							Kcal/g	Kcal/d			
1	45.9	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	203.8	16.4	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	72.7	64.2	64.217	2.8553
2	45.5	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	202.1	14.7	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	64.8	67.8	67.544	3.0152
3	46.2	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	205.0	15.2	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	67.1	67.2	66.945	2.9864
4	46.8	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	207.5	16.2	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	71.8	65.3	65.209	2.9029
5	47.1	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	209.2	16.6	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	73.5	64.7	64.705	2.8787
6	46.5	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	206.4	16.0	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	70.7	65.6	65.531	2.9185
7	45.6	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	202.2	15.0	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	66.3	67.1	66.87	2.9828
8	46.0	2.76	35.86	14.13	6.31	40.9	4.438	204.2	14.7	2.2	70.0	10.2	10.8	6.8	4.421	65.2	68.0	67.686	3.022
Promedio	46.2								15.6								66.2	66.1	2.945
Desv.Est.	0.6								0.8								1.5	1.3	0.1
C.V., %	1.2								5.1								2.2	2.0	2.2

**ANEXO V**

PROMEDIO DE IMS,EMS, MSD, DMS, NDT y ED (DE LA DIETA CON INCLUSION DE BROZA)

A1 TRATAMIENTO BASAL (0% DE BROZA)

Cuy	T0								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
IMS	43.56	44.34	45.07	44.77	45.89	46.1	46.17	45.51	45.176	0.862	1.909
EMS	11.83	12.19	12.1	12.13	14.77	12.07	13.23	11.96	12.535	0.935	7.459
MSD	31.73	32.15	32.97	32.64	31.12	34.03	32.94	33.55	32.641	0.890	2.727
DMS,%	72.84	72.51	73.15	72.91	67.81	73.82	71.35	73.72	72.264	1.831	2.533
NDT,%	71.946	71.631	72.24	72.007	67.2	72.868	70.533	72.775	71.400	1.727	2.419
ED,Kcal/g	3.247	3.232	3.261	3.250	3.019	3.291	3.179	3.2866	3.221	0.083	2.573

A2 TRATAMIENTO (DIETA BASAL + 10% DE BROZA)

Cuy	T1								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
IMS	46.09	46.2	47.06	44.96	46.03	44.57	46.5	46.64	46.006	0.787	1.711
EMS	15.83	15.56	13.51	14.31	14.69	12.5	15.01	14.79	14.525	1.018	7.006
MSD	32.66	32.64	33.55	32.12	31.34	32.07	32.69	32.85	32.490	0.610	1.879
DMS,%	70.86	70.65	71.29	71.44	68.09	71.95	70.3	70.43	70.626	1.089	1.542
NDT,%	70.769	70.572	71.168	71.203	68.197	71.781	70.250	70.372	70.539	1.002	1.420
ED,Kcal/g	3.189	3.180	3.208	3.210	3.067	3.238	3.165	3.1705	3.178	0.048	1.501

A3 TRATAMIENTO (DIETA BASAL + 20% DE BROZA)

Cuy	T2								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
IMS	47.23	47.59	46.37	45.46	45.7	45.87	45.9	45.4	46.190	0.763	1.652
EMS	15.01	17.16	20.89	16.44	15.9	13.69	14.39	14.99	16.059	2.102	13.092
MSD	32.22	32.72	32.84	31.83	29.80	32.18	31.51	30.41	31.689	1.010	3.188
DMS,%	68.22	68.75	70.05	70.02	65.21	70.15	68.65	66.98	68.504	1.610	2.350
NDT,%	67.752	68.254	69.468	69.442	64.923	69.570	68.156	66.59	68.019	1.512	2.224
ED,Kcal/g	3.033	3.057	3.115	3.114	2.898	3.120	3.052	2.9775	3.046	0.072	2.378

A4 TRATAMIENTO (DIETA BASAL + 30% DE BROZA)

Cuy	T3								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
IMS	45.91	45.54	46.19	46.76	45.24	46.51	45.56	46.01	45.965	0.482	1.048
EMS	14.44	14.66	15.17	16.24	16.54	16.10	15	14.74	15.361	0.758	4.937
MSD	31.47	30.88	31.02	30.52	31.28	32.52	30.56	31.27	31.190	0.595	1.908
DMS,%	64.19	67.81	67.16	65.27	64.72	65.62	67.08	67.96	66.226	1.361	2.055
NDT,%	64.217	67.544	66.945	65.209	64.705	65.531	66.870	67.686	66.088	1.251	1.893
ED,Kcal/g	2.8553	3.0152	2.9864	2.9029	2.8787	2.9185	2.9828	3.022	2.945	0.060	2.042

**ANEXO VI**

DIGESTIBILIDAD DELA BROZA DE QUINUA POR DIFERENCIA

Cuy	T1								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
MSDi	41.03	37.05	38.77	27.44	33.32	14.43	30.44	26.55	31.13	7.986	25.654
DMS,i %	53.04	53.91	54.55	58.21	70.61	55.12	60.85	40.82	55.89	7.812	13.977
NDTi,%	60.17	61.044	61.519	63.97	77.172	62.006	67.7	48.74	62.79	7.432	11.836
EDi,Kcal/g	2.6719	2.7147	2.7352	2.8526	3.4975	2.7562	3.035	2.125	2.80	0.359	12.821

Cuy	T2								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
MSDi	34.18	35	32.32	28.59	24.52	24.78	25.79	17.85	27.88	5.437	19.502
DMS,i %	49.74	53.71	57.65	58.46	54.81	55.47	57.85	40.02	53.46	5.725	10.709
NDTi,%	50.976	54.749	58.379	59.181	55.82	56.382	58.65	41.85	54.50	5.385	9.881
EDi,Kcal/g	2.1784	2.3593	2.5329	2.5714	2.412	2.437	2.546	1.741	2.35	0.258	10.993

Cuy	T3								Promedio	Desv. Est.	CV,%
	1	2	3	4	5	6	7	8			
MSDi	30.863	27.917	26.47	25.573	31.653	28.997	25.01	25.95	27.80	2.335	8.399
DMS,i %	44.007	56.843	53.183	47.443	57.51	46.487	57.12	54.52	52.14	5.033	9.653
NDTi,%	46.181	58.007	54.59	49.347	58.885	48.413	58.32	55.81	53.69	4.684	8.723
EDi,Kcal/g	1.9416	2.51	2.3459	2.0938	2.5513	2.0491	2.525	2.405	2.30	0.225	9.770

## ANEXO VII

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
EL PESO VIVO DEL CUY ENTRE LAS ETAPAS

### ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	12460.625	4153.54167	0.76	0.5585
Etapas	3	479.875	159.95833	0.03	0.9926
Pesos	3	2414	804.66667	0.15	0.9284
Error	6	33006	5501		
Total	15	48360.5			

### PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
C – A	17.5	-145.04	180.04
B – A	3.5	-159.04	166.04
D – A	-17	-179.54	145.54

## ANEXO VIII

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
EL CONSUMO DE MATERIA SECA (g/día) DE LA DIETA

### ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	1.05189219	0.35063073	0.53	0.6764
Etapas	3	0.66095469	0.22031823	0.33	0.8012
Dietas	3	3.51939219	1.17313073	1.78	0.2502
Error	6	3.94760938	0.6579349		
Total	15	9.17984844			

### PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
C – A	1.3075	-0.4701	3.0851
B – A	0.83	-0.9476	2.6076
D – A	0.7888	-0.9889	2.5664

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
EL CONSUMO DE MATERIA SECA (% PV) DE LA DIETA

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	0.26161869	0.08720623	0.5	0.6938
Etapas	3	0.00453419	0.0015114	0.01	0.9988
Dietas	3	0.08853369	0.02951123		0.9126
Error	6	1.03904938	0.1731749		
Total	15	1.39373594			

PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
D – A	0.1847	-0.7272	1.0967
C – A	0.038	-0.874	0.95
B – A	0.01	-0.902	0.922

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
EL CONSUMO DE MATERIA SECA (W0.75) DE LA DIETA

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	197.152274	65.7174246	0.63	0.6242
Etapas	3	16.0644077	5.3548026	0.05	0.9834
Dietas	3	62.5916737	20.8638912	0.2	0.8936
Error	6	630.115663	105.019277		
Total	15	905.924018			

PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
B – A	2.535	-19.923	24.994
C – A	2.367	-20.092	24.826
D – A	-2.303	-24.762	20.155

**ANEXO IX**ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
LA DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA DE LA DIETA

## ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	0.62181875	0.20727292	0.37	0.7775
Etapas	3	6.29471875	2.09823958	3.75	0.079
Dietas	3	82.3860188	27.4620063	49.1	0.0001
Error	6	3.3556875	0.55928125		
Total	15	92.6582438			

## PRUEBA DE DUNNET (P&lt;0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
B – A	-1.6375	-3.2764	0.0014
C – A	-3.76	-5.3989	-2.1211 ***
D – A	-6.04	-7.6789	-4.4011 ***

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
NUTRIENTES DIGESTIBLES (NDT) DE LA DIETA

## ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	1.6150325	0.53834417	1.42	0.3261
Etapas	3	5.4519805	1.81732683	4.8	0.0492
Dietas	3	39.9596445	13.3198815	35.15	0.0003
Error	6	2.2736345	0.37893908		
Total	15	49.300292			

## PRUEBA DE DUNNET (P&lt;0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
B - A	2.5193	1.1702	3.8683 ***
C - A	0	-1.3491	1.3491
D - A	-1.9312	-3.2803	-0.5822 ***

ANLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
ENERGIA DIGESTIBLE (ED) DE LA DIETA

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	3	0.00926875	0.00308958	0.67	0.6029
Etapas	3	0.03796875	0.01265625	2.73	0.1366
Dietas	3	0.64026875	0.21342292	46	0.0002
Error	6	0.0278375	0.00463958		
Total	15	0.71534375			

PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
B - A	-0.125	-0.27428	0.02428
C - A	-0.2875	-0.43678	-0.13822 ***
D - A	-0.535	-0.68428	-0.38572 ***

**ANEXO X**

ANÁLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNNET PARA  
LA DIGESTIBILIDAD DE MATERIA SECA DE LA BROZA DE QUINUA

ANÁLISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	2	6.2006	3.1003	0.15	0.8644
Etapas	3	50.6890917	16.8963639	0.82	0.5452
Dietas	2	37.447	18.7235	0.91	0.4715
Error	4	82.0559333	20.5139833		
Total	11	176.392625			

PRUEBA DE DUNNET (P<0.05)

Tratamiento de comparación	Diferencia entre medias	Límites de confianza	Simultáneo 95%
B - A	-2.427	-13.029	8.174
C - A	-3.752	-14.354	6.849

ANÁLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNCAN PARA  
NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES (NDT) DE LA BROZA

ANÁLISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	2	4.2165022	2.1082511	0.12	0.892
Etapas	3	45.0452076	15.0150692	0.84	0.5395
Dietas	2	212.338026	106.169013	5.92	0.0637
Error	4	71.6871309	17.9217827		
Total	11	333.286867			

PRUEBA DE DUNCAN (P<0.05)

AGRUPAMIENTO	MEDIA	N	TRATAMIENTO
A	62.79	4	A
A	54.498	4	B
A	53.695	4	C

ANÁLISIS DE VARIANCIA Y PRUEBA DE DUNCAN PARA  
ENERGIA DIGESTIBLE (ED) DE LA BROZA

ANÁLISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Pr > F
Cuyes	2	0.30393443	0.15196722	0.30	0.755
Etapas	3	2.91418136	0.97139379	1.93	0.2666
Dietas	2	0.40278506	0.20139253	0.4	0.6945
Error	4	2.01444516	0.50361129		
Total	11	5.63534601			

PRUEBA DE DUNCAN (P<0.05)

AGRUPAMIENTO	MEDIA	N	TRATAMIENTO
A	1.8604	4	A
A	1.6793	4	B
A	1.3367	4	C

ANEXO XI

FIGURA 1

DISEÑO DE LA JAULA DE DIGESTIBILIDAD EN CUYES.

