



1859



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Medicina Veterinaria

Efecto del tamaño de partículas de dietas para cuyes (*Cavia porcellus*)  
sobre su balance de nitrógeno

Trabajo de Integración Curricular, previo a la  
obtención del título de Médica Veterinaria

**AUTOR:**

Angélica Belén Eras Reinoso

**DIRECTOR:**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD.

Loja – Ecuador

2024

# Certificación del Trabajo de Integración Curricular



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Abad Guaman Rodrigo Medardo**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Efecto del tamaño de partículas de dietas para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre su balance de nitrógeno**, perteneciente al estudiante **ANGELICA BELEN ERAS REINOSO**, con cédula de identidad N° **1950070837**.

### Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 22 de Febrero de 2024



Firmado digitalmente por:  
RODRIGO MEDARDO  
ABAD GUAMAN

F) .....

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-000153

1/1  
*Educamos para Transformar*

## **Autoría**

Yo, **Angélica Belén Eras Reinoso**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:** 

**Cédula de Identidad:** 1950070837

**Fecha:** 04 de marzo del 2023

**Correo electrónico:** [angelica.eras@unl.edu.ec](mailto:angelica.eras@unl.edu.ec)

**Celular:** 0959749039

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular**

Yo, **Angélica Belén Eras Reinoso** declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Efecto del tamaño de partículas de dietas para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre su balance de nitrógeno**, como requisito para optar el título de **Médica Veterinaria**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, al cuarto día del mes de marzo del dos mil veinte y cuatro.

**Firma:** 

**Autora:** Angélica Belén Eras Reinoso

**Cédula:** 1950070837

**Dirección:** Loja, Argelia, Av. Pío Jaramillo y José María Vivar Castro

**Correo electrónico:** angelica.eras@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0959749039

**DATOS COPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD.

## **Dedicatoria**

A Carla, mi madre, quien ha depositado su entera confianza apoyándome en mi educación para poder cumplir mis metas, velando por mi bienestar y siendo el pilar más importante en mi vida, mi ejemplo de fortaleza y superación.

Mi familia, especialmente, Vinicio, Jhoely, Joao y mi abuela Isabel, los cuales siempre me apoyaron constantemente, dándome la valentía para enfrentarme a los retos más difíciles y sembrando en mí el deseo de superación, por sus consejos y apoyo soy quién soy, eternamente agradecida con toda mi familia.

Mi compañero de vida, siempre fuiste un aliciente moral en mi vida, aprecio mucho lo que has hecho y haces por mí, gracias por coincidir conmigo y elegirme cada día, espero que la vida nos dé más momentos y logros juntos para poderlos compartir; mi futuro pinta bien siempre que estes a mi lado.

Y para mi ángel de cuatro patas, Trece, que tan solo con su presencia me colmaba emocionalmente, con solo verte y sentirte me motivas a no rendirme y a salir de los días difíciles, siempre estaré agradecida con Dios y con la vida por darme ese angelito que no sabía que lo necesitaba, pero que ahora no me puedo imaginar sin él.

Para ustedes con amor y cariño:

*Angélica Belén Eras Reinoso*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la oportunidad de completar mis estudios de pregrado, a mi familia, especialmente mi madre, por su apoyo y las alegrías que me han brindado, quienes fueron mi motor e impulso para poder concluir con esta etapa, a mis amigos y compañeros que me brindaron su apoyo y fueron una gran influencia durante todo mi proceso estudiantil, al Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán, PhD por su guía durante la elaboración de este trabajo, a la Dra. Rocío Herrera por su guía fundamental durante el desarrollo de la fase experimental de este proyecto, y a los docentes que conforman el equipo de CIDiNA, Dr. Galo Escudero, Dr. Luis Aguirre y la Ing. Beatriz Guerrero, quienes también fueron pilar fundamental para la culminación de este trabajo, inmensamente gracias.

*Angelica Belén Eras Reinoso*

## Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación del Trabajo de Integración Curricular.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular ..	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. <b>Titulo</b> .....	1
2. <b>Resumen</b> .....	2
2.1 <b>Abstract</b> .....	3
3. <b>Introducción</b> .....	4
4. <b>Marco Teórico</b> .....	6
4.1. <b>Proteínas</b> .....	6
4.1.1. <b>Digestión proteica</b> .....	7
4.1.2. <b>Absorción proteica</b> .....	8
4.1.3. <b>Metabolismo proteico</b> .....	9
4.2. <b>Factores que influyen en la dieta</b> .....	11
4.3. <b>Tamaño de partícula en la dieta</b> .....	13
5. <b>Metodología</b> .....	15
5.1. <b>Dietas</b> .....	15
5.1.1. <b>Tamaño de partícula</b> .....	16
5.2. <b>Animales y procedimientos experimentales</b> .....	17
5.2.1. <b>Experimento 1</b> .....	17
5.2.2. <b>Experimento 2</b> .....	18
5.2.3. <b>Experimento 3</b> .....	18
5.3. <b>Análisis químicos</b> .....	18
5.4. <b>Cálculos y análisis estadísticos</b> .....	18
6. <b>Resultados</b> .....	20

<b>7. Discusión</b> .....	22
<b>8. Conclusiones</b> .....	25
<b>9. Recomendaciones</b> .....	26
<b>10. Bibliografía</b> .....	27
<b>11. Anexos</b> .....	32



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Nitrógeno ureico en cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas – Estadística de medias .....	10
<b>Tabla 2.</b> Ingredientes de las dietas experimentales (diferente tamaño de partículas). .....	15
<b>Tabla 3.</b> Distribución granulométrica de las dietas experimentales, %MS .....	17
<b>Tabla 4.</b> Alimento ingerido, nitrógeno ingerido, nitrógeno excretado en orina y heces. ....	20
<b>Tabla 5.</b> Nitrógeno retenido, tasa de retención de nitrógeno, digestibilidad del nitrógeno y tasa de retención de nitrógeno basado en lo digerido. ....	20

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Realización de dietas experimentales .....	32
<b>Figura 2.</b> Adecuación de jaulas metabólicas y conformación de los grupos experimentales .	32
<b>Figura 3.</b> Suministro de agua y alimento a las diferentes unidades experimentales .....	33
<b>Figura 4.</b> Pesaje de alimento y de las unidades experimentales .....	33
<b>Figura 5.</b> Recolección y pesaje de las muestras de orina .....	34
<b>Figura 6.</b> Determinación del nitrógeno/proteína .....	34
<b>Figura 7.</b> Tamizaje de dietas experimentales .....	35

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Evidencias del trabajo de investigación.....	32
<b>Anexo 2.</b> Evidencias del análisis de laboratorio .....	34
<b>Anexo 3.</b> Evidencias del tamizaje de las dietas experimentales .....	34
<b>Anexo 4.</b> Certificado de traducción de inglés .....	36

## **1. Título**

Efecto del tamaño de partículas de dietas para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre su balance de nitrógeno

## 2. Resumen

La alta demanda de la producción de cobayos en nuestra región sugiere mejorar las técnicas de manejo y alimentación para obtener buenos rendimientos productivos. El tamaño de partícula de las dietas puede ser un factor que afecta a la eficiencia alimenticia. Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del tamaño de partículas en dietas para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre su balance de nitrógeno. Para ello se utilizaron 30 cobayos tipo A1 mejorados, con una edad de 90 días, con un peso promedio de 1306 g, distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos. Las tres dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos del NRC (1995) con tamaños de partícula fina, media (50% partícula fina y 50% partícula gruesa) y gruesa, se estableció un periodo de adaptación de siete días, con tres días posteriores a esto para la recolección de las muestras, y se estudiaron las siguientes variables: Nitrógeno ingerido, N urinario, N fecal, retención de N, tasa de retención de N, digestibilidad del N y tasa de retención del N en base al N digerido. No se detectó diferencia significativa en las variables estudiadas ( $P>0,10$ ). Por ello, se concluye que los diferentes tamaños de partícula en las dietas de los cobayos no generan efecto en cuanto al balance de nitrógeno, así como en la ingestión y excreción del mismo.

**Palabras claves:** Cuyes, tamaño de partícula, balance de nitrógeno, separación de partículas.

## 2.1 Abstract

The high demand for guinea pig production in our region suggests improving handling and feeding techniques to achieve good productive yields. The particle size of diets may be a factor affecting feed efficiency. Therefore, the objective of the present study was to determine the effect of particle size in diets for guinea pigs (*Cavia porcellus*) on their nitrogen balance. For this purpose, 30 improved type A1 guinea pigs, aged 90 days old, with an average weight of 1306 g, were randomly distributed into three treatments. The three diets were formulated according to the NRC (1995) requirements with fine, medium (50% fine particle and 50% coarse particle), and coarse particle sizes. A seven-day adaptation period was established, with three days thereafter for sample collection, and the following variables were studied: ingested nitrogen, urinary nitrogen, fecal nitrogen, nitrogen retention, nitrogen retention rate, nitrogen digestibility, and nitrogen retention rate based on digested nitrogen. No significant difference was detected in the studied variables ( $P>0.10$ ). Therefore, it is concluded that different particle sizes in guinea pig diets do not have an effect on nitrogen balance, as well as on nitrogen ingestion and excretion.

**Keywords:** Guinea pigs, particle size, nitrogen balance, particle separation.

### 3. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*) es originario de las zonas andinas de América del Sur, conocido por ser un mamífero roedor; la mayor parte de la producción de cuyes se destina principalmente al consumo humano, ya que se usa su carne como fuente de proteína animal (Chauca & Zaldívar, 1974).

El cuy es una especie herbívora monogástrica, clasificado como un fermentador post gástrico, ya que posee un estómago que realiza la digestión enzimática y un ciego funcional que realiza la fermentación bacteriana, donde la actividad metabólica se ve influenciada por la composición de la ración (Chauca & Zaldívar, 1974; Reid y Mickelsen, 1963).

La fibra destaca como un componente importante en la dieta de los cuyes, principalmente por su alta capacidad para digerirla. Además, ayuda a mejorar la digestibilidad de otros nutrientes al retardar el pasaje del contenido alimenticio (Chauca & Zaldívar, 1997).

Como lo mencionan De Blas & Rebollar (1993), el tamaño de partícula es una característica importante de la dieta por su efecto sobre la velocidad de tránsito por el tracto digestivo y por la absorción del nitrógeno.

El balance de nitrógeno, es la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el excretado en heces y orina (Jensen, et al., 2014), el nitrógeno excretado representa los productos del metabolismo animal; el nitrógeno de la orina proviene de la urea, reflejando el catabolismo proteico y aminoácidos excedentes, mientras que el nitrógeno fecal refleja el nitrógeno dietético y de enzimas digestivas, y enterocitos descamados (Thiers y Bowen 2011; Shah et al., 1982). Por ello, un animal puede encontrarse en balance nitrogenado positivo, negativo o en equilibrio (McDonald, 1999).

Por el contrario, el balance de nitrógeno indica si el animal está reteniendo nitrógeno, lo que indica un balance positivo, o lo está perdiendo, lo que resulta en un balance negativo (McDonald, 1999). Un balance negativo sugiere que los requerimientos energéticos y proteicos no se cubren o aumentan, lo que lleva al animal a utilizar sus reservas en el músculo esquelético, entrando así en un estado catabólico (Klein, 2014; Bailey, et al., 1992). Este escenario es desfavorable, ya que se traduce en una pérdida de masa corporal y, en consecuencia, una disminución de la productividad.

Considerando que el tamaño de las partículas en la dieta influye directamente, tanto en la velocidad de paso a través del sistema digestivo como en la absorción de nitrógeno, además de la capacidad del cobayo que tiene para procesar la fibra dietética y el impacto positivo que tiene en el animal, resulta esencial conocer el efecto del tamaño de partículas de la fibra sobre el balance de nitrógeno, por ello, en el presente trabajo de investigación se abordaron los siguientes objetivos:

- Establecer el efecto del tamaño de partículas sobre la ingestión y excreción de nitrógeno.
- Estudiar la retención y balance de nitrógeno en cuyes alimentados con dietas de diferente tamaño de partículas.



## 4. Marco Teórico

### 4.1. Proteínas

Las proteínas son grandes moléculas, las cuales contienen en su estructura componentes como: carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y algunas veces también contienen azufre; es por ello que, las proteínas son importantes para mantener dietas sanas y balanceadas tanto para el crecimiento del ser humano como para el de los animales (Editorial Etecé, 2021).

Dicho esto, ingerir proteínas de manera apropiada es fundamental para el perfecto funcionamiento del organismo, las proteínas pueden ser de origen animal, que generan gran aporte de zinc, hierro, vitaminas de complejo B y aminoácidos esenciales, pero, el exceso de consumo de proteínas animales genera un mayor riesgo de mortalidad y afectaciones en la salud; también existen las proteínas de origen vegetal, estas, aunque suelen ser incompletas es posible que combinándolas con otras fuentes vegetales generen mayor calidad de proteína (Quesada & Gómez, 2019).

En este contexto, las proteínas generadas en los cuyes dependen de la calidad de alimentos que ingieran, ya que, estas conforman la mayor parte de tejidos y requieren de su aporte para la formación de los mismos, para ello se considera necesario abastecer una porción que contenga alimentos con fuentes proteicas animales y vegetales con la finalidad de crear un balance natural de aminoácidos estable y que le permita al cuy desarrollarse de forma positiva (Chauca, 1997).

Visto de esta forma, hablar sobre el requerimiento de proteína, es hablar también del requerimiento de aminoácidos, debido a que se complementan y se tornan indispensables para el desarrollo productivo y reproductivo del cuy, ciertos aminoácidos se condensan, mientras que otros no, por esa razón, se consideran aminoácidos esenciales y se proporcionan en la dieta, los mismos que pueden ser: lisina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina y arginina (Bonilla, 2023).

De igual manera, al ser considerado el cuy como una especie con gran cantidad de proteína animal, se debe suministrar adecuadamente la proteína, caso contrario se obtiene como resultado un menor peso al momento del nacimiento, retardo del crecimiento, descenso de la producción de leche, infertilidad en algunos casos y menor eficiencia para utilización de

alimento, para esto es muy importante tomar en cuenta que los cuyes requieren del 18% de proteína (Casilla & Vargas, 2022).

#### ***4.1.1. Digestión proteica***

La digestión proteica empieza en el estómago por actuación del ácido clorhídrico y de la pepsina, mismos que generan péptidos que se trasladan hacia el duodeno, en donde por la acción de las enzimas pancreáticas e intestinales se liberan aminoácidos que el epitelio intestinal absorbe y alcanzan al torrente sanguíneo, luego transitan por vía porta para llegar hasta el hígado, donde se utilizan como sustrato para la síntesis proteica (Mariños, 2020).

De esta manera, la digestibilidad proteica aparente de un alimento es el ejercicio del porcentaje que contiene, en otras palabras, la digestibilidad proteica es considerada aparente cuando el nitrógeno que no procede de la dieta no es corregido de forma eficiente, sino de la pérdida inexcusable de nitrógeno, que quiere decir que se descama el tubo digestivo, los jugos y secreciones de la flora intestinal (Cuibin et al., 2020).

Bajo este enfoque, existen estudios como el de Díaz et al. (2021), donde se evalúa la digestibilidad de los nutrientes y energía, la energía digestible, mediante este estudio se evidencia que la digestión proteica de los cobayos va a variar según su alimentación, puesto que deben tener dietas balanceadas que les permitan desarrollar su producción, en este estudio se utilizó para la investigación materia seca, proteína bruta, fibra cruda y extracto etéreo para semilla peletizada.

De acuerdo al estudio de Airahuacho & Vergara (2017), evalúan los niveles de digestión proteica en cuyes, para lo cual, demuestran que la alimentación natural en estos animales permiten mejorar su rendimiento productivo durante la fase de crecimiento posdestete, dentro de los resultados se pudo evidenciar que al ingerir naturalmente se observa una ganancia de peso, puesto que, los tratamientos más eficientes para conversión alimenticia de manera natural fueron 3.0 Mcal ED/kg (control) y 2.9 Mcal ED/kg, 120% DA (3.38 y 3.32, respectivamente), lo que demuestra que la dietas naturales proveen resultados óptimos en esta especie, por lo que se considera tomar en cuenta estos valores al momento de analizar la digestión proteica.

En lo referente a los valores de excreción de nitrógeno en heces de cuyes, Murray et al. (2023), realizaron estudios en muestras solidas recolectadas de distintos lugares, con el

objetivo de observar porcentajes de nitrógeno presente en los excrementos fecales del cobayo, lo cual, dio como resultado que “el contenido del excremento entero de cuyes de composta de nitrógeno es 3.42 % respectivamente y el pH del excremento entero fue de 6.93” (p. 1).

Por lo tanto, en comparación con otras investigaciones que se refieren a la digestión proteica se analiza un estudio realizado por Tarazona (2011), mediante el cual evidencia la media de digestión 2.68, la máxima 2.81 y la mínima de 2.63, con la presencia de tratamientos ( $p < 0,05$ ), respectivamente, en los cuales no se observa la presencia de diferencias estadísticas. Bajo las mismas características se logra evidenciar la media con relación al sexo de los animales, los machos obtuvieron un valor de 2.48, mientras que, las hembras un valor de 3.00, por lo tanto, se logra encontrar diferencias estadísticas significativas.

#### **4.1.2. Absorción proteica**

La absorción de las proteínas en los cuyes, es un procedimiento con un alto nivel de complejidad en el que intervienen muchas enzimas digestivas y mecanismos de transporte, esto se debe a que, luego de ingerir alimentos ricos en proteínas, estas se descomponen en péptidos y aminoácidos mucho más pequeños por las enzimas digestivas como las proteasas (Ponte, 2019).

Bajo este enfoque, las sustancias que son provenientes de la digestión, como: los monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos, resultan absorbidos por medio de las células de la mucosa intestinal y se trasladan por la vía sanguínea y linfática con destino al hígado principalmente, en cambio, las sustancias que no fueron absorbidas continúan su recorrido con el fin de ser eliminadas en las heces, no obstante, el cuy genera dos tipos de heces, unas ricas en nitrógeno que son destinados a la cecotrofia y otras con escasas de nitrógeno, las heces en las que se encuentran nutrientes que no fueron digeridos completamente se encuentran mezcladas con las bacterias y pueden ser utilizadas como una fuente de nutrientes por el mismo animal, realizando así la cecotrofia (Cárdenas, 2018).

En otras palabras, los cuyes efectúan la cecotrofia como una estrategia digestiva para hacer nuevamente uso del nitrógeno ya expulsado, mismo que permite un mejorado comportamiento productivo con porciones de proteína de niveles bajos o medios (Cusquillo, 2020).

Es importante acotar que, las proteínas de alta calidad y los aminoácidos esenciales adecuados promueven un aprovechamiento favorable, es por ello que, se deben diseñar dietas equilibradas y adaptadas a cada una de las necesidades nutricionales de estos animales para garantizarles desarrollo, crecimiento, salud y rendimiento óptimo.

#### ***4.1.3. Metabolismo proteico***

El metabolismo proteico se produce cuando, durante la absorción de aminoácidos una gran parte de ellos sobrelleva desaminación, siendo especialmente el glutamato y aspartato, con la constante transmisión del piruvato para formar alanina, por lo tanto, se dice que el metabolismo proteico empieza en los enterocitos (Klein, 2020).

En este sentido, los demás aminoácidos que no son eliminados en los enterocitos, se incluyen en la circulación portal y algunos de ellos son utilizados para síntesis de proteínas hepáticas y plasmáticas, es decir albúmina, globulina y fibrinógeno, mientras que, otras pasan a la circulación sistemática como aminoácidos libres (Guyton & Hall, 2021).

De esta manera, en la fase post – absorptiva de los nutrientes, los aminoácidos logran ser almacenados en los tejidos debido al estímulo que genera la insulina, a diferencia de, que en el tiempo entre comidas estos se desaminan para lograr tener energía, por otra parte, la abundancia de aminoácidos y proteínas descompuestas se transmutan en amoníaco, extracto libre de nitrógeno y ácido úrico sintetizado del amoníaco excretándose a través de la orina del cuy (Guyton & Hall, 2021).

Bajo este enfoque, se nombra la retención de nitrógeno, esto quiere decir que un animal también retiene el nitrógeno de la proteína que ingiere para tener un crecimiento y mantenimiento óptimo, esto va a depender de varios factores, en los cuales se incluye la edad del animal, la estructura de su dieta y de la salud en general; ordinariamente, los cuyes jóvenes y en crecimiento tienen nivel de retención de nitrógeno más altos que los cuyes que ya tienen edad avanzada o ya son adultos (McDonald, 1964).

Finalmente, el balance de nitrógeno es simplemente la diferencia que existe entre el nitrógeno que ingiere el animal y el expulsado en las heces y en la orina, esto con el fin de respetar los productos del metabolismo animal; en donde, el nitrógeno presente en la orina viene especialmente de la urea, por otra parte, el nitrógeno que se encuentra en las heces fecales es proveniente de las enzimas digestivas, enterocitos descamados y del nitrógeno

dietético presente en la alimentación del animal. Es por ello que, el cuy u otros animales de pueden encontrar con balances de nitrógeno positivo, negativo o en equilibrio (Ccama, 2019).

Con lo que respecta a los valores de excreción de nitrógeno en la orina de los cobayos, esta puede variar por diferentes circunstancias, ya sea por la edad, la dieta, el estado de salud y las condiciones ambientales donde habita el animal. Dicho esto, en un estudio realizado por Riascos (2020) establece que “la orina de los cuyes es un líquido rico en nitrógeno y se estima que 1 litro de orina equivale a 20 gramos de nitrógeno” (p. 2).

En la investigación realizada por Soto et al. (2022) , con la finalidad de evaluar un efecto productivo de beneficio en dietas para los cuyes, para este estudio se necesitó la misma relación de lisina – aminoácidos esenciales y se aplicó a cuyes en etapas de inicio, crecimiento y acabado. Para ello, se utilizaron 25 cuyes de 15 días de edad, con un peso promedio de  $229,57 \pm 3,54$  g, en donde:

“Las dietas fueron formuladas según los requerimientos establecidos como tratamientos, con base a la relación lisina - aminoácidos, las variables evaluadas en cada fase fueron: ganancia de peso diaria (GPD), consumo diario (CD) y conversión alimenticia (CA). Se utilizó un diseño completo al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, además se efectuó el análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%, los datos fueron procesados con el programa estadístico JASP Team (2022). El estudio demostró que los valores de peso inicial, ganancia de peso diario, consumo de alimento diario y conversión alimenticia, no mostraron diferencia estadística significativa en cada fase estudiada; el beneficio económico se vio favorecido con los niveles más bajos de lisina en la dieta, como consecuencia de menores costos de alimento y un uso eficiente de los nutrientes” (p. 12).

A continuación, se muestra una tabla realizada para un estudio, la cual evidencia las alteraciones de nitrógeno ureico en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con una dieta que incluye harina de pisonay por ocho semanas en estos animales de diferentes edades, peso y tamaño:

**Tabla 1.** Nitrógeno ureico en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay por ocho semanas – Estadística de medias

Factor edad de rebote	Nitrógeno ureico (mg/dL)
-----------------------	--------------------------

<b>4 meses</b>	18,74 ± 2,94 <sup>a</sup>
<b>8 meses</b>	16,42 ± 2,06 <sup>b</sup>
<b>12 meses</b>	16,29 ± 3,17 <sup>b</sup>
<b>Factor inclusión de harina</b>	
<b>10%</b>	17,37 ± 3,79
<b>20%</b>	17,59 ± 2,63
<b>30%</b>	16,49 ± 2,20
<b>Probabilidad</b>	
<b>Edad de rebote (E)</b>	0,0009
<b>Inclusión de harina (I)</b>	0,2542
<b>E x I</b>	0,0002

*Nota.* Adaptado de Vega, (2021).

Con lo referente a esta tabla, se puede concluir que efectivamente los niveles de nitrógeno ureico varían dependiendo de las dietas, la edad y el tamaño de los cuyes, para lo cual, se necesita de la implementación de dietas que les permitan un óptimo crecimiento y engorde para el mejoramiento de su producción.

De esta manera, el rango general estimado de valores de excreción de nitrógeno en la orina de los cobayos basado en el análisis de estudios científicos realizados, se reportan valores que varían desde alrededor de 300 a 800mg de nitrógeno por día por animal, esto depende las condiciones anteriormente mencionadas. Cabe recalcar, que es importante tener en cuenta la cantidad y la calidad de proteína que se incluyan a la dieta de estos animales, puesto que, estos valores cambian en función de ello debido a que la proteína es la fuente fundamental de nitrógeno en la alimentación.

#### **4.2. Factores que influyen en la dieta**

Para una buena alimentación en los cuyes, se requiere de proteínas, energía, fibras, vitaminas, minerales y agua en niveles que estriban del estado fisiológico, edad y medio ambiente donde se están criando estos animales, siendo estos factores de suma importancia en los requisitos dietéticos de los cuyes, es fundamental tener en cuenta que ellos tienen sistemas digestivos demasiado sensibles para lo cual se recomienda que, si se van a haber cambios, los introduzcan de forma gradual.

Ante esta situación, los cobayos tienen que cubrir sus necesidades fisiológicas, para ello, su dieta debe basarse esencialmente en vegetales que contengan fibra, como es el caso del heno, verduras frescas y frutas limitadas, se debe tener en cuenta que, la falta de vitamina C en la dieta del animal puede provocar afectaciones en su salud, cabe acotar que, estos animales cuentan con necesidades nutricionales exigentes, por lo tanto se debe ser específico e incluir vitamina C en su dieta, ya que, ellos no pueden sintetizarla por sí mismos. De ahí el propósito de, la importancia de proporcionar una dieta equilibrada a los cuyes para satisfacer las necesidades fisiológicas del animal (Ayala et al., 2022).

En estas circunstancias, la etapa de vida y la edad del animal influyen, dado que, los cuyes menores de 6 meses, es decir, los jóvenes cuentan con diferentes requerimientos alimenticios que los adultos. Por último, otro factor que influye es el espacio que ocupan los cobayos, ya que, los que ocupan más espacio pueden tener necesidades nutricionales diferentes a los que tienen espacios más pequeños, debido a que su nivel de actividad física puede afectar su desarrollo energético y su metabolismo (Cruzado, 2023).

Para hacer frente a este tema, Paredes et al. (2021) presentan un estudio con el objetivo de determinar los efectos de la implementación del balance electrolítico en la dieta de los cuyes de granja y evidenciar los cambios sobre el rendimiento productivo, características de la canal y metabolismo del mismo. Esta investigación se realizó en 150 cobayos, a los cuales se les implanto cinco tratamientos con cinco niveles de BED distintos, los cuales son “100, 200, 300, 400 y 500 mEq/Kg”; en cada uno de los tratamientos se realizaron seis repeticiones y cada repetición fue hecha con cinco cuyes, mismo que durante cuarenta y dos días consumieron alimentos concentrados. Al concluir con el periodo experimental, 6 por tratamiento de los 150 animales fueron sacrificados para comprobar el rendimiento de carcasa, el peso de vísceras y concentración de metabolitos en la sangre, en ese tiempo se encontró que existen diferencias ( $p < 0.05$ ) en el peso final corpóreo, “ganancia de peso e índice de conversión alimenticia a favor de los animales con BED de 300 mEq/Kg” (p. 1). No existieron diferencias relevantes entre tratamientos con respecto en las características de la canal ni en los valores metabolitos sanguíneos, con excepción de la creatinina que se vio alterada.

Con esto se concluye que el cobayo puede ser alimentado con 300 mEq/kg de balance electrolítico dietario para obtener resultados favorecedores en el crecimiento del animal,

mismo que permite optimizar su desarrollo productivo y reproductivo, tamaño y peso, sin afectar ni alterar el estado de salud en que se encuentre.

En resumen, es importante balancear y equilibrar la dieta de los cuyes, dándoles la disponibilidad de agua, comida y un espacio en el que puedan desarrollarse sin inconvenientes, debido que, al contar con mayor disponibilidad de estos, se obtendrá mejores resultados en el crecimiento de los mismos. Además, se debe tener en consideración que las costumbres culturales y por ende las prácticas de crianza varían según la región en la que estos animales tengan su habitad o entorno social.

### **4.3. Tamaño de partícula en la dieta**

El tamaño de la partícula es una característica esencial de la dieta por su efecto sobre la velocidad del recorrido por el tracto digestivo y por la absorción de nitrógeno, puesto que, las partículas ayudan la motilidad y favorecen a obtener mayor velocidad de pasaje (De Blas & Rebollar, 1993).

Al respecto Estrella (2022) en su estudio, luego de evaluar tamaño de partícula “(0.25, 0.31 y 0.35mm) y niveles de fibra (8 y 12 %) en cuyes en crecimiento”, bajo un sistema de alimentación mixta, en el cual, el autor recomienda un tamaño de partícula de “0.31 mm, conteniendo 8 % de fibra y un mínimo de 33 % de partículas mayores de 0.35 mm en el concentrado” (p. 74).

En esta línea, la cecotrofia ha estimado una contribución del 15% en las necesidades totales de proteína, esto se debe a que, la cantidad de proteína microbiana que es reciclada sea influenciada por el tipo de fibra, mas no por el nivel de fibra, aumentando gracias a la proporción de partículas finas y concentración de fibras finas y de alta calidad y la concentración de fibra soluble en el alimento (Trigo, 2023).

Bajo el mismo enfoque, se han realizado estudios relacionados con conejos, en los cuales se señala que la velocidad de pasaje de partículas de diferentes tamaños, tanto en el tiempo total de digestión como el tamaño de fermentación en el ciego acrecientan de forma significativa cuando las partículas del alimento tienen un volumen inferior a 0,3 mm, lo mismo que evidencia la eficiencia de los mecanismos de segregación y retención selectiva de las partículas finas en el ciego (Huamani, 2023).



Así mismo, en estudios realizados en vacas se puede observar que el tamaño de partículas inferiores a 18 mm, es el que permite determinar la alimentación con una baja cantidad de fibra efectiva, mediante el cual se ve disminuido el tiempo de masticación provocando una baja en el pH ruminal. En el caso de, las partículas que superan a 19 mm, estimulan de mejor manera la rumia y con esto aportan para mejorar también el pH ruminal; dichas partículas conforman el tapete o mejor conocido como capa ruminal de forraje que contiene más tiempo el alimento en el rumen, ayudando así al desarrollo de la flora y fauna ruminal (Tánori et al., 2023).

## 5. Metodología

### 5.1. Dietas

Las dietas experimentales se formularon usando la herramienta solver de Excel en base a los requerimientos nutricionales para cobayos del NRC (1995).

Para la elaboración de las dietas, las fuentes de fibras se sometieron a diversos procesos para obtener diferentes tamaños de partículas, dando como resultado, fibras de partículas finas y partículas gruesas.

A partir de este resultado, se administraron 3 diferentes tipos de tratamiento, siendo el Tratamiento 1 (partículas finas), Tratamiento 2 (50% partículas finas y 50% partículas gruesas) y Tratamiento 3 (partículas gruesas), para cada tratamiento se adicionó Vitamina C post pellet; tal como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** *Ingredientes de las dietas experimentales (diferente tamaño de partículas).*

Ítem	Dietas Experimentales (kg)		
	Tratamiento 1 Fino	Tratamiento 2 Mediano	Tratamiento 3 Grueso
<i>Ingredientes</i>			
Afrecho de Trigo	15	15	15
Trigo	23,07	23,07	23,07
King Grass fino	35,72	17,860	-
King Grass grueso	-	17,860	35,72
Soya	18,62	18,62	18,62
Aceite de palma	0,890	0,890	0,890
Melaza	4	4	4
Sal	0,40	0,40	0,40
DL-METIONINA	0,026	0,026	0,026
Bicarbonato de sodio	0,025	0,025	0,025
Premezcla vitamínica mineral <sup>1</sup>	0,20	0,20	0,20
Vitamina C	0,04	0,04	0,04
Carbonato de calcio	1,306	1,306	1,306
Fosfato mono – cálcico	0,185	0,185	0,185

Bentonita <sup>2</sup>	0,5	0,5	0,5
<i>Composición química obtenida (% en base seca)</i>			
Materia seca	79,66	78,76	78,85
Humedad	20,34	21,24	21,15
Ceniza	8,98	9,27	8,96
Proteína Cruda	16,85	20,29	18,14
Grasa Cruda	3,22	1,95	2,83
<i>Composición química estimada (% en tal como ofrecido)</i>			
Energía digestible kcal/kg	2800	2800	2800
Proteína	14,75	14,75	14,75
FND	33,43	33,43	33,43
Almidón	16,91	16,91	16,91
Metionina	0,17	0,17	0,17
Calcio	0,80	0,80	0,80
Fósforo total	0,40	0,40	0,40
Na	0,19	0,19	0,19
Cl	0,47	0,47	0,47
K	0,15	0,15	0,15

<sup>1</sup>Premezcla vitamínica mineral, 7 000.000 UI Vitamina A, 1 200.000 UI Vitamina D3, 35. 000 UI Vitamina E, 2000mg Vitamina K3, 1 500mg Vitamina B1, 3 000mg Vitamina B2, 2 500mg Vitamina B6, 20mg Vitamina B12, 20 000mg Niacina, 80mg Biotina, 12 000mg Ácido pantoténico, 250mg; Ácido fólico, 100 000mg; Colina, 2 000mg Antioxidante, 25 000mg; Manganeso, 90 000mg; Zinc, 75 000mg; Hierro, 7 000mg Cobre, 500mg Yodo, 200mg Selenio, 2 000mg Magnesio, 2 000g Excipientes c.s.p.

<sup>2</sup>Bentonita 51.35% Silicio; 27,03% Aluminio; 5,83% Hierro; 1,65% Potasio; 1,04% Calcio; 0,77% Magnesio; 0,68% Sodio.

### **5.1.1. Tamaño de partícula**

Se evaluaron tres tamaños de partículas, siendo fina, mediana y gruesa, dicho esto se aplicó la técnica de granulometría de García et al., (2000) en donde el tamaño de partículas se establece por medio de la detección húmeda, siendo así, se coloca 55 g de la muestra seca con 1,100 ml de agua destilada y 30 ml de detergente comercial, posterior a esto, agitar las muestras toda un noche a temperatura ambiente, y verter el resultado en cuatro tamices (1,18;

0,500; 0,350; 0,149 mm) en orden decreciente, luego lavar durante 20 minutos con agua destilada. Para concluir, se debe retirar el tamiz de 1,18 mm, escurrir durante 1 h y pesar. Repetir el procedimiento de lavado dejando el residuo en el cedazo con tamaño de poro 0,500; 0,350 y 0,149 mm, durante 10, 6 y 4 min, respectivamente. Se determinará la MS de las muestras recolectadas. Los tamaños de partículas de las dietas experimentales se observan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** *Distribución granulométrica de las dietas experimentales, %MS*

<b>Tamaño de partícula (mm)</b>	<b>Fino</b>	<b>Mediano</b>	<b>Grueso</b>
> 1,18	6,786	17,743	27,134
0,500 – 1,17	38,338	45,099	45,760
0,350 – 0,499	21,454	19,324	11,140
0,149 – 0,349	33,422	17,834	15,965

## **5.2. Animales y procedimientos experimentales**

### **5.2.1. Experimento 1**

Para el experimento 1, se utilizaron 10 cuyes adultos hembras de 90 días, de tipo A1 mejorados, con un peso corporal medio de 1276,65 g, las cuales se alojaron individualmente en jaulas metabólicas de 51x42x26 cm, con fondo de malla de alambre y tubos Falcon para la recolección de orina; se mantuvieron en el área de metabolismo de CIDiNA, ubicada en los predios de la Quinta experimental “Punzara”, con aire acondicionado a una temperatura ambiente de  $20,5 \pm 2,37$  °C y una humedad relativa del  $61,4 \pm 6,35\%$  (media más su DE).

A los cuyes se les permitió cecotrofia y se los alimentó con el tratamiento 1, siendo la dieta con fibras de partículas finas, cada prueba de alimentación duró 10 días, comprendiendo de 7 días de adaptación y 3 días de recolección de muestras para el estudio del experimento. Además, los animales fueron pesados al inicio y al final del experimento.

La orina excretada se recogió 3 veces al día, durante 3 días y se almacenaron a 4°C hasta su posterior análisis.

Los animales al inicio del periodo de recolección de muestras, recibieron la cantidad de 1000 g de la dieta experimental. El consumo de alimento se estimó como la diferencia diaria entre las cantidades de dieta dada y residual.

### 5.2.2. Experimento 2

Para el experimento 2, se utilizaron 10 cuyes adultos hembras de 90 días, de tipo A1 mejorados, con un peso corporal medio de 1336,89 g.

A los cuyes se les permitió cecotrofia y se los alimentó con el tratamiento 2, siendo la dieta con 50% de fibras de partículas finas y 50% de fibras de partículas gruesas. Los demás procedimientos fueron los mismos que para el Experimento 1.

### 5.2.3. Experimento 3

Para el experimento 3, se utilizaron 10 cuyes adultos hembras de 90 días, de tipo A1 mejorados, con un peso corporal medio de 1305,05 g.

A los cuyes se les permitió cecotrofia y se los alimentó con el tratamiento 3, siendo la dieta con fibras de partículas gruesas. Los demás procedimientos fueron los mismos que para el Experimento 1.

## 5.3. Análisis químicos

Los contenidos de N de las dietas, orina y heces se analizaron según los métodos de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2016).

## 5.4. Cálculos y análisis estadísticos

El balance de nitrógeno o el N retenido se calculó como la diferencia entre la ingesta de N y la excreción total de N en heces y orina.

$$\mathbf{Balance\ de\ N = N\ ingerido - N\ excretado\ en\ heces - N\ excretado\ en\ orina}$$

La tasa de retención de N se calculó como la relación del N retenido con el ingerido.

$$\mathbf{Tasa\ de\ retención\ de\ N = \frac{N\ retenido}{N\ ingerido} \times 100}$$

La digestibilidad del N se determinó como la diferencia entre el N ingerido y el excretado.

$$\mathbf{N\ digerido = N\ ingerido - N\ fecal}$$

$$\textit{Digestibilidad del N} = \frac{N \textit{ digerido}}{N \textit{ ingerido}} \times 100$$

La tasa de retención basado en el N digerido se calculó como la relación entre el N retenido y el digerido.

$$\textit{Tasa de retención de N basado en lo digerido} = \frac{N \textit{ retenido}}{N \textit{ digerido}} \times 100$$

Los resultados se analizarán a través de un ANOVA en donde el factor principal de variación es la dieta. Las medias se compararon por medio de un t-test protegido. Los p-valores <0,05 son considerados como significativos.

## 6. Resultados

En la tabla 3 se presentan los resultados de los análisis del alimento ingerido, nitrógeno ingerido y nitrógeno excretado en heces y orina.

**Tabla 4.** *Alimento ingerido, nitrógeno ingerido, nitrógeno excretado en orina y heces.*

Nivel del tamaño de partícula	Alimento ingerido (g/día)	Nitrógeno ingerido (g/día)	Nitrógeno excretado en heces (g/día)	Nitrógeno excretado en orina (g/día)
<i>Fino</i>	64,4	1,74	0,429	0,427
<i>Mediano</i>	57,8	1,88	0,427	0,667
<i>Grueso</i>	56,0	1,62	0,394	0,487
<i>EEM</i>	3,66	0,114	0,084	0,082
<i>P valor</i>	0,250	0,272	0,946	0,097

Con respecto al alimento ingerido no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tamaños de partículas, obteniéndose una media de 59,4 g/día entre los 30 animales que conformaron el total de unidades experimentales. Así mismo, las variables nitrógeno ingerido y nitrógeno excretado en heces y orina no presentan diferencia significativa en cuanto a su p valor, se obtienen medias de 1,75, 0,417, y 0,527 g/día respectivamente.

Por otra parte, en la tabla 4 se presentan los resultados de los análisis del N retenido, tasa de retención de N, digestibilidad del N y tasa de retención de N basado en lo digerido.

**Tabla 5.** *Nitrógeno retenido, tasa de retención de nitrógeno, digestibilidad del nitrógeno y tasa de retención de nitrógeno basado en lo digerido.*

Nivel del tamaño de partícula	Nitrógeno retenido (g/día)	Tasa de retención de nitrógeno (%)	Digestibilidad de N (%)	Tasa de retención basada en lo digerido (%)
<i>Fino</i>	0,883	51,2	76,0	67,0
<i>Mediano</i>	0,785	41,4	78,1	52,8
<i>Grueso</i>	0,739	44,3	75,8	58,8
<i>EEM</i>	0,114	5,25	3,55	6,05
<i>P valor</i>	0,639	0,372	0,876	0,232

En relación a los niveles de tamaño de partícula, no hubo diferencia significativa en la retención o balance de nitrógeno, obteniéndose así una media de 0,802 g/día entre los tres niveles, de igual manera para la tasa de retención y digestibilidad de N, no se observó diferencia significativa, con medias de 45,6 % y 76,6 % respectivamente.

En lo que respecta a la tasa de retención de N basado en el N digerido no se presentó ninguna diferencia con los diferentes niveles de tamaños de partículas, obteniendo así una media de 59,5 %.



## 7. Discusión

La ingesta de alimento en mi estudio fue de 59,4 g/día, resultados fueron reportados por Soto et al. (2022), donde el consumo de alimento en cuyes durante el período de acabado fue de 60,96 g/día, mientras que los datos que mostró el estudio de Kawasaki et al. (2013) en cuyes adultos alimentados con Fructooligosacáridos (FOS) fueron de 55,4 g/día. Así mismo sucede con el N ingerido, que se obtuvo una media de 1,75 g/día, resultado mayor al que obtuvo Kawasaki et al. (2013) de  $1,32 \pm 0,21$  g/día en cuyes alimentados con fructooligosacáridos, mientras que Ganazhapa (2023) obtuvo resultados mayores a mi estudio, con 2,3 g/día de N ingerido bajo la inclusión de Maralfalfa en la dieta; se observa diferencias en cuanto al N ingerido pudiendo ser debido al sistema de alimentación, ya que este se correlaciona con el alimento ingerido.

El nitrógeno excretado en heces refleja el nitrógeno de enzimas digestivas, enterocitos descamados y el N dietético, mientras que el nitrógeno excretado en orina proviene principalmente de la urea, que a su vez refleja el catabolismo proteico, y de los aminoácidos excedentes (Thiers y Bowen 2011; Shah et al., 1982); en mi estudio he obtenido un resultado de 0,417 g/día de N excretado en heces, resultado similar al obtenido por Kawasaki et al. (2013) de 0,480 g/día en cuyes alimentados con FOS, en comparación con los resultados obtenidos por Ganazhapa (2023) y Espinoza (2023) es mayor, los cuales obtuvieron 0,388 g/día y 0,116 g/día, con dietas con inclusión de Maralfalfa y Lignocelulosa, respectivamente. Estudios relacionados en conejos alimentados con Manitol, se obtienen resultados de 0,980 g/día de N excretado en heces (Li et al, 2011), lo cual muestra una mayor elevación de N excretado en comparación del presente estudio. La cantidad de N excretada en orina 0,527 g/día, es mayor que la calculada por Kawasaki et al. (2013), el cual obtuvo un resultado de  $0,29 \pm 0,11$ , pero menor a Ganazhapa (2023) que obtuvo 0,899 g/día, mientras que el estudio realizado por Jiménez et al. (1992) en ratas alimentadas con grasa fresca, es similar a Ganazhapa con un resultado de 0,883 g/día, en estudios realizados en conejos la excreción de N en orina es sumamente elevado con 1,24 g/día (Li et al, 2011).

En cuanto a la retención de N o balance de N que se define como la diferencia que existe entre el nitrógeno ingerido y excretado en heces y orina, respetando los productos del metabolismo del animal, se obtuvo 0,802 g/día, resultado mayor a lo obtenido por Kawasaki et al. (2013) de 0,57 g/día y por Li et al. (2011) con 0,52 g/día en conejos con dietas adicionadas con Manitol; pero resultado mucho menor en comparación con Ganazhapa (2023)

de 1,18 g/día en cuyes con dietas adicionadas con Maralfalfa, así también Frías et al. (1978) obtuvo 1,00 g/día en conejos alimentados con hoja de Naranja, en estudios realizados en ratas Jiménez et al. (1992) mostró resultados de 1,67 g/día de retención de N.

Por el contrario, la tasa de retención es la relación del N retenido con el N ingerido, obteniendo así 45,6 %, resultado similar al obtenido por Kawasaki et al. (2013) de  $40,3 \pm 9,08$  % en cuyes con dietas adicionadas con FOS, pero lo obtenido en esta presente investigación es mayor para el obtenido por Sol (2015) de 34,6 % en cuyes alimentados con Alfalfa y Chala del maíz, de igual forma es mayor a los resultados obtenidos en investigaciones realizadas en conejos, apreciando así Li et al. (2011) y Frías et al. (1978) de 20,9 % y 34,4 %, respectivamente.

La digestibilidad del N es la diferencia entre el N ingerido y el excretado, obteniendo así 76,6 %, cantidad menor para lo obtenido por Espinoza (2023) de 93,5 % en cuyes bajo un sistema de alimentación con lignocelulosa, mientras que es mayor para lo obtenido por Crespo et al. (2015) de 60,3 % en conejos alimentados con diferentes estrategias de restricción y por Falcon et al. (2006) de 69,12 % en ratas alimentadas con cereal.

Así mismo, se estudió la tasa de retención basado en el N digerido que es la relación entre el N retenido y el digerido, dando como resultado 59,5 %, resultado similar para lo obtenido por Ganazhapa (2023) de 56,7 % en cuyes con diferentes niveles de inclusión de Maralfalfa, siendo menor para lo obtenido por Kawasaki et al. (2013) de  $61,2 \pm 13,9$  % en cuyes con dietas adicionadas con FOS, pero mayor para el resultado de Li et al. (2011) de 27,6 % en conejos bajo un sistema de alimentación con Manitol.

Existen dos diferentes mecanismos de separación de la digesta en el intestino grueso entre cuyes y conejos, siendo el primero el tipo “wash – back” o lavado presente en el colon del conejo, este implica el transporte de bacterias intestinales al ciego y la excreción inmediata de fibra en forma de heces duras, es decir, casi toda la fibra que llega al intestino grueso no puede pasar al ciego (Cork et al., 1999). El segundo es el tipo “mucus – trap” o trampa de moco, presente en el colon de los cuyes, en este tipo la mucosidad que atrapa las bacterias intestinales es transportada de manera retrógrada al ciego a través del surco del colon (Sperber et al. 1983; Takahashi & Sakaguchi 1998).

En estudios realizados en conejos, De Blas & Rebollar (1993) expresan que la disminución del tamaño de partícula ocasiona la disminución del consumo de alimento,

debido al efecto de la reducción de la velocidad del pasaje y de la digestión microbiana, acumulándose el alimento no digerido en el ciego, en cambio, el aumento del tamaño de partícula, al ser eliminados como heces, genera un menor aprovechamiento del alimento, por ende una baja absorción de nutrientes, conllevando a tener una mayor ingesta de alimento (Laudadio et al., 2009), esto se contrapone con lo sucedido en la presente investigación, en donde se obtuvo un mayor consumo de alimento con la dieta de tamaño de partícula fina, mientras que el menor consumo de alimento fue con la dieta del tamaño de partícula gruesa, esto se compadece con estudios donde se menciona que el cuy al realizar actividad antiperistáltica cecocólica, retiene la digesta en el ciego y en la porción superior del colon proximal, siendo más eficiente en la digestión de dietas con partículas gruesas y de nutrientes principalmente de la fibra y sus componentes (Slade y Hintz, 1969), pero deficiente en la retención de fluidos y selección de partículas finas (Sakaguchi et al., 1987).

Así se confirma la eficiencia de los mecanismos de segregación y retención selectiva de partículas en el ciego en conejos, por ello en la presente investigación no se observa diferencia alguna entre las variables y no se observa un efecto en cuanto al balance de nitrógeno, esto posiblemente se deba a que al mecanismo de separación de partículas es menos eficiente en cobayos. Además, el cuy no tiene buena capacidad para separar partículas (Franz et al. 2011), por tanto, el tamaño de partícula tampoco afecta a que haya mayor o menor capacidad de retención y/o fermentación a nivel del ciego, y que esto a su vez pueda afectar a la retención de nitrógeno, sugiriendo así, que el tipo de mecanismo de separación “*wash – back*” permite que los cecotrofos contengan más proteína cruda que el tipo “*mucus – trap*”, definiéndose así que la "trampa de moco" podría ser menos eficiente que el "retro - lavado" debido a una extracción más lenta de bacterias del tapón de digestión del colon, por ende, la cecotrofia puede tener una menor contribución a la nutrición proteica en cuyes que en conejos, (Ebino 1993; Kawasaki et al. 2013; Takahashi & Sakaguchi 1998; Sakaguchi 2003).

## **8. Conclusiones**

Los resultados de este estudio indican que:

Los diferentes tamaños de partícula de la dieta no mostraron un efecto en la ingestión y excreción (en orina y heces) de nitrógeno, posiblemente a la poca capacidad de los cuyes para separar partículas gruesas de las finas y solubles.

El tamaño de partículas en las dietas de los cobayos no genera efecto en cuanto al balance de nitrógeno, por tanto, el tamaño de partícula no afecta a que exista mayor o menor capacidad de retención y/o fermentación a nivel de tracto digestivo. Por lo tanto, el tamaño de partícula no es una característica que se deba tener en cuenta al momento de elaborar las dietas balanceadas en cuyes y que podría afectar a la eficacia de utilización de proteínas.

## **9. Recomendaciones**

- Utilizar dietas de diferentes tamaños de partícula, finas o gruesas, de acuerdo a la disponibilidad y costo, ya que no afecta a capacidad de utilización de proteína.
- Realizar nuevas investigaciones referentes a las afectaciones y/o beneficios que puedan producir la excesiva excreción y retención de N por parte de los animales, al aplicar dietas con diferentes tamaños de partículas.

## 10. Bibliografía

- Airahuacho, F., & Vergara, V. (2017). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(2), 255-264.
- AOAC International. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International. Gaithersburg, United States. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- Ayala, D., Marulanda, V., & Peña, J. (2022). Aspectos legales, clínicos y de manejo para la tenencia responsable de mascotas no convencionales en Colombia.
- Bonilla, L. (2023). Efecto del uso de diferentes niveles de cúrcuma (*Cúrcuma longa*) como promotor natural de crecimiento en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) sobre los índices productivos. *Universidad Técnica De Babahoyo*,
- Cárdenas, S. (2018). Evaluación del efecto de diferentes niveles de suero de leche adicionados al agua de bebida en la alimentación de *Cavia porcellus* machos en la fase de crecimiento y engorde. *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*,
- Casilla, K., & Vargas, Y. (2022). Utilización de tres niveles de lisina en la alimentación de cuyes hembras primerizas en gestación y lactación en el distrito de cusipata-quispicanchi.
- Ccama, A. (2019). Determinación de nutrientes digestibles y energía de ensilado del contenido ruminal de ganado vacuno en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la granja K'ayra-UNSAAC.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Food & Agriculture Org.
- Cork S, Hume ID, Faichney G. 1999. Digestive strategy of non-ruminant herbivores: the role of the hindgut. In: Jung H-JG, Fahey GC Jr (eds), *Nutritional Ecology of Herbivores*, pp. 210–260. American Society of Animal Science, Savoy, IL.
- Crespo, R., Alfonso, C., Saiz, A., Marco, M., García-Ruiz, A. I., & Nicodemus, N. (2015). Composición química de la canal y retención de nutrientes en conejos alimentados mediante diferentes estrategias de restricción. In Proc. XL Symp. Cuni. ASESCU, Santiago de Compostela, Spain. pp (pp. 50-55).

- Cruzado, A. (2023). Impacto de producción asociativa de cuyes (*Cavia porcellus*) en la calidad de vida de productores de la comunidad de morrope-lambayeque.
- Cuibin, R., Zea, O., Palacios, G., Norabuena, E., Collazos, L., & Sotelo, A. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(4)
- Cusquillo, N. (2020). Elaboración de bloques nutricionales a base de harina de *scirpus rigidus* (totorilla) para la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde.
- De Blas, C., & Rebollar, P. (1993). Tamaño de partícula de los forrajes en la alimentación de vacas lecheras y conejos. bases fisiológicas y recomendaciones. *Avances En Nutrición Y Alimentación Animal: IX Curso De Especialización FEDNA*, , 11-30.
- Díaz, M., Paredes, R., Hernández, J., Linares, J., Durand, L., & Moscoso, J. (2021). Digestibilidad, energía digestible y metabolizable del sachá inchi (*plukenetia volubilis* L) pelletizado y extruido en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(5).
- Ebino K. (1993). Studies on coprophagy in experimental animals. *Experimental Animals* 42, 1–9.
- Editorial Etecé. (2021, *Proteínas*. <https://n9.cl/3gzh>
- Espinoza, A. (2023). Estudio del efecto de inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa en las dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) sobre su balance de nitrógeno. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/28248>
- Estrella, F. (2022). Evaluación de diferentes niveles de fibra en la digestibilidad de cuyes (*Cavia porcellus*).
- Falcón, M., Yáñez, A., & Barrón, M. (2006). Efecto del sexo de la rata (*Sprague dawley*) sobre la digestibilidad y razón neta de proteína en alimentos de distinta calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*, 33(3), 511-517.

- Fras, C. C., Pascual, J. L. M., & Carmona, J. F. (1978). Digestibilidad y energía de la hoja de naranjo en el conejo. In III Symposium de cunicultura (pp. 39-46). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).
- Franz, R., Kreuzer, M., Hummel, J., Hatt, J. M., & Clauss, M. (2011). Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(5), 564–570. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01084.x>
- Ganazhapa, Y. (2023). Balance de nitrógeno en dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum spp*). Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/26507>
- García, M. D., Oruña, L., Domínguez, H., & Martínez, V. (2005). Evaluación de la calidad proteica de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en ratas en crecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39(3), 333-338.
- García, J., Carabaño, R., Pérez, L., y Blas, J. (2000). Effect of fiber source on cecal fermentation and nitrogen recycled through cecotrophy in rabbits. *American Society of Animal Science*. 638-645.
- Guyton, A., & Hall, J. (2021). *Guyton & hall. tratado de fisiología médica* (14th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Huamani, C. (2023). Estudio morfométrico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) a diferentes edades.
- Jiménez, S., Hernández, M., & Porrata, C. (1992). Balance de nitrógeno y digestibilidad energética en ratas alimentadas con manteca de freidura. *Grasas y aceites* (Sevilla), 43(3), 161-163.
- Kawasaki, K., Min, X., Nishiyama, A., & Sakaguchi, E. (2013). Effect of fructo-oligosaccharide on nitrogen utilization in guinea pigs. *Animal science journal*, 84(4), 328-333.
- Klein, B. (2020). *Cunningham. fisiología veterinaria*. Elsevier.



- Laudadio, V., Dario, M., Addonizio, F., y Tufarelli, V. (2009). Effect of inclusion of hard versus softwheat bran with different particle size on diet digestibility, growth performance and carcass traits of fattening rabbits. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 22(10). 1377-1385.
- Li X, Min X, Tsuzuki Y, Sakaguchi E. (2011). Effect of indigestible sugars on nitrogen utilization in adult rabbits. *Animal Science Journal* 82, 296–301.
- Mariños, D. (2020). Efecto del suplemento de manano-oligosacáridos en histología intestinal de cuyes (*cavia porcellus*) en etapa de crecimiento y engorde.
- McDonald, P. (1964). *Nutrición animal*. EUNED.
- Murray, R., Orozco, G., Martínez, S., Avila, F., Bautista, G., Carmona, C., & Martínez, S. (2023). Composición química del excremento entero, composta y lixiviado de la cama de cuyes. *Abanico Agroforestal*, 5, 2022.
- Paredes, M., Mantilla, J., Bustamante, I., Cayotopa, J., Hoban, C., Ortiz, P., & Mustafa, A. (2021). Efecto de cinco niveles de balance electrolítico dietario en el crecimiento, características de carcasa y metabolitos de suero sanguíneo del cuy (*cavia porcellus*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(2)
- Ponte, C. (2019). Formulación y evaluación de un alimento balanceado a base de ensilado de anchoveta (*engraulis ringens*) para cuy.
- Quesada, D., & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista De Nutricion Clinica Y Metabolismo*, 2(1), 79-86.
- Riascos, M. (2020). Producción y comercialización de abonos a partir de las heces del cuy. *Visión Empresarial*, (10), 122-127.
- Sakaguchi, E., Itoh, H., Uchida, S., y Horigome, T. (1987). Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. *British Journal of Nutrition*, 58(1), 149–158.

- Sakaguchi E. (2003). Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Animal Science Journal* 74, 327–337.
- Shah, N., Atallah, M., Mahoney, R., y Pellett, P. (1982). Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *The Journal of nutrition*, 112(4), 658-666. <https://doi.org/10.1093/jn/112.4.658>
- Slade, L., y Hintz, H. (1969). Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. *Revista de Ciencia animal*. 28(6), 842-843.
- Sol Sol Robles, J. C. (2015). Concentración de nitrógeno en la alimentación y estiércol en cuyes destetados del centro de producción e investigación Kotosh-Huánuco.
- Soto, W., Paredes, M., González, I., & Cushicóndor, D. (2022). Relación lisina-aminoácidos esenciales en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*). *ECOAgropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 1(1), 12-19.
- Sperber I, Bjornhag G, Ridderstrade Y. (1983). Function of proximal colon in lemming and rat. *Swedish. Journal of Agricultural Research* 13, 243–256.
- Takahashi T, Sakaguchi E. (1998). Behaviors and nutritional importance of coprophagy in captive adult and young nutrias (*Myocastor coypus*). *Journal of Comparative Physiology B* 168, 281–288.
- Tánori, A., Montalvo, M., Pinelli, A., Valenzuela, M., Zamorano, L., Dávila, J., & González, H. (2023). Inclusión dietaria de clinoptilolita como aditivo en la producción de rumiantes. *Biotecnia*, 25(1), 51-60.
- Tarazona, K. (2011). Efecto de la adición de dos niveles de vitamina C sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría-yurimaguas.
- Thiers, M., y Bowen, K. (2011). Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. *Journal of animal science*, 89(3), 729-735. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3081>
- Trigo, M. (2023). Nutrición proteica de conejos en engorde. *Nutrición Proteica De Conejos En Engorde*,

Vega, J. (2021). Perfil bioquímico de la función renal en cuyes (*cavia porcellus*) alimentados con harina de pisonay (*erythrina sp*) de diferente edad de rebrote.

## 11. Anexos

### Anexo 1. Evidencias del trabajo de investigación.



*Figura 1. Realización de dietas experimentales*



*Figura 2. Adecuación de jaulas metabólicas y conformación de los grupos experimentales*





*Figura 3. Suministro de agua y alimento a las diferentes unidades experimentales*



*Figura 4. Pesaje de alimento y de las unidades experimentales*



*Figura 5. Recolección y pesaje de las muestras de orina*

**Anexo 2. Evidencias del análisis de laboratorio**



*Figura 6. Determinación del nitrógeno/proteína*

**Anexo 3. Evidencias del tamizaje de las dietas experimentales**





*Figura 7. Tamizaje de dietas experimentales*

#### **Anexo 4. Certificado de traducción de inglés**

CERTF. N° 7.8 – 2024  
Loja, 3 de marzo del 2024

El suscrito Franco Guillermo Abrigo Guarnizo.

**Lcdo. En Ciencias de la Educación Mención Idioma Inglés**

A petición de la parte interesada y en forma legal.

### **CERTIFICA:**

Que **Angélica Belén Eras Reinoso** con cédula de identidad número **1950070837**, estudiante de la Carrera de Medicina Veterinaria de la Facultad de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, completó satisfactoriamente la presente traducción de español a inglés del Trabajo de Integración Curricular denominado **“Efecto del tamaño de partículas de dietas para cuyes (Cavia porcellus) sobre su balance de nitrógeno”**.

Traducción que fue guiada y revisada minuciosamente por mi persona. En consecuencia, se da validez a la presentación de la misma. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la interesada hacer uso del presente documento en lo que estimare conveniente.

Atentamente,



.....  
Franco Guillermo Abrigo Guarnizo

**Lcdo. En Ciencias de la Educación Mención Idioma Inglés**

Número de Registro Senescyt: 1008-2021-2368808

Cédula: 1104492127

email: [franco.abrigo@hotmail.com](mailto:franco.abrigo@hotmail.com)

celular:0990447198