



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



EFFECTO DEL TIPO DE FORRAJE SUPLEMENTARIO SOBRE EL
BALANCE DE NITRÓGENO EN CUYES

TESIS

PRESENTADA POR:

JHONATAN QUISPE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DEL TIPO DE FORRAJE SUPLEM
ENTARIO SOBRE EL BALANCE DE NITRÓ
GENO EN CUYES**

AUTOR

JHONATAN QUISPE QUISPE

RECuento DE PALABRAS

20919 Words

RECuento DE CARACTERES

109777 Characters

RECuento DE PÁGINAS

135 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.2MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 5, 2024 7:21 AM EST

FECHA DEL INFORME

Sep 5, 2024 7:23 AM EST

● **3% de similitud general**

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

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)


PhD Bernardo Roque Huanca
DOCENTE PRINCIPAL


Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco
CMVP:2842



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi padre Juan Quispe Huisa, mi madre Lucila Quispe Quispe, a mis hermanos Ronal R. Quispe Quispe, Corina Quispe Quispe y Virginia Arapa Quispe por el apoyo en todo momento de mi vida.

Jhonatan Quispe Quispe



AGRADECIMIENTOS

Inicialmente un agradecimiento especial por el financiamiento al proyecto de investigación “DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS EN CUYES (*Cavia porcellus*) MEDIANTE UN SISTEMA RESPIROMÉTRICO BASADO EN CALORIMETRÍA INDIRECTA” con código de proyecto A23080701 resolución rectoral N° 006081-2023-R/UNMSM

A mi co-asesor al Mg. Sc. MVZ. Víctor Manuel Vélez Marroquín por el apoyo incondicional académico, social y moral durante la realización del presente trabajo de investigación.

Agradezco a mi director y asesor al Ph.D. Bernardo Roque Huanca por su guía incondicional, además por compartir su experiencia y conocimiento conmigo y al presente trabajo de investigación.

Agradecimientos a los miembros del jurado Dra. Martha Nancy Tapia Infantes, Ph.D. José Luis Bautista Pampa y MVZ. Juan Guido Medina Suca por sus consejos y sugerencias.

Agradecimiento a todo el personal del IVITA-Marangani de la U.N.M.S.M. por el apoyo durante la ejecución de la presente tesis.

A su vez agradezco a mis compañeros Yonel C. Tisnado Noa y Pamela Novoa por haber dedicado su tiempo en ayudarme en la ejecución del presente trabajo de tesis.

Jhonatan Quispe Quispe



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTOS | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE ANEXOS | |
| ACRÓNIMOS | |
| RESUMEN | 16 |
| ABSTRACT..... | 17 |
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 1.1.1. Objetivo general | 20 |
| 1.1.2. Objetivos específicos | 21 |
| CAPÍTULO II | |
| REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1. MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1.1. El cuy | 22 |
| 2.1.2. Clasificación taxonómica | 23 |
| 2.1.3. Anatomía y fisiología digestiva | 24 |
| 2.1.4. Alimentación y nutrición..... | 25 |
| 2.1.4.1. Proteína | 26 |
| 2.1.4.2. Nitrógeno | 27 |



| | |
|--|-----------|
| 2.1.4.3. Nitrógeno en la nutrición | 28 |
| 2.1.4.4. Energía | 29 |
| 2.1.4.5. Lípidos | 32 |
| 2.1.4.6. Fibra | 33 |
| 2.1.4.7. Vitaminas | 34 |
| 2.1.4.8. Minerales | 36 |
| 2.1.4.9. Agua | 37 |
| 2.1.5. Tipos de alimentación | 37 |
| 2.1.5.1. Alimentación pura a base de forrajes verdes | 37 |
| 2.1.5.2. Alimentación neta a base de concentrados..... | 38 |
| 2.1.5.3. Alimentación mixta..... | 39 |
| 2.1.6. Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) | 40 |
| 2.1.7. Ryegrass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>) | 41 |
| 2.1.8. Avena (<i>Avena sativa</i>) | 42 |
| 2.2. EFECTOS NEGATIVOS DEL NITRÓGENO..... | 43 |
| 2.3. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO..... | 45 |
| 2.4. BALANCE DE NITRÓGENO..... | 49 |
| 2.4.1. Balance de nitrógeno en cuyes | 50 |
| 2.4.2. Balance de nitrógeno en otros animales | 53 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL | 57 |
| 3.1.1. Instalaciones | 57 |
| 3.1.2. Animales | 59 |
| 3.1.3. Dietas experimentales | 60 |



| | |
|---|-----------|
| 3.2. MATERIALES..... | 61 |
| 3.2.1. Materiales de registro | 61 |
| 3.2.2. Materiales de campo | 61 |
| 3.2.3. Materiales de laboratorio..... | 62 |
| 3.2.4. Equipos | 62 |
| 3.2.5. Reactivos | 63 |
| 3.3. METODOLOGÍA | 63 |
| 3.3.1. Análisis proximal de alimentos | 63 |
| 3.3.2. Determinación total de nitrógeno en dietas..... | 64 |
| 3.3.3. Determinación de la digestibilidad aparente de nitrógeno de las dietas . | 64 |
| 3.3.4. Determinación de balance de nitrógeno de las dietas. | 65 |
| 3.3.5. Determinación de la eficiencia de retención de nitrógeno | 66 |
| 3.3.6. Análisis estadístico..... | 66 |
| CAPÍTULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1. NITRÓGENO TOTAL EN LAS DIETAS..... | 68 |
| 4.2. DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS. ... | 70 |
| 4.3. BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS. | 73 |
| 4.4. EFICIENCIA DE RETENCIÓN DE NITRÓGENO | 76 |
| V. CONCLUSIONES..... | 78 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 80 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 81 |
| ANEXOS..... | 95 |



AREA: Ciencias biomedicas

TEMA: Efecto del tipo de forraje suplementario sobre el balance de nitrógeno en cuyes

Fecha de sustentacion: 9 de setiembre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|-----------------|---|
| Tabla 1 | Clasificación taxonómica del cuy. 23 |
| Tabla 2 | Digestibilidad (%) de FDN y FDA en cuyes. 34 |
| Tabla 3 | Requerimiento de vitaminas usado para cuyes. 35 |
| Tabla 4 | Concentrado suministrado según categoría en cuyes..... 39 |
| Tabla 5 | Efecto de tres tipos de alimentación en cuyes (21 – 70 días de edad). ... 41 |
| Tabla 6 | Digestibilidad de ryegrass italiano en cuyes. 42 |
| Tabla 7 | Incremento de peso vivo en cuyes (g) de tres de dietas. 43 |
| Tabla 8 | Concentración de N en heces (%) cuyes machos..... 48 |
| Tabla 9 | Concentración de N en heces (%) cuyes hembras 49 |
| Tabla 10 | Balance de N en cuyes del grupo 1 (peso de 435 ± 66 g). 51 |
| Tabla 11 | Balance de N en cuyes del grupo 2 (peso de 607 ± 25 g). 51 |
| Tabla 12 | Balance de N cuyes del grupo 3 (peso de 955 ± 77). 52 |
| Tabla 13 | Balance de N con niveles de lignocelulosa en cuyes. 52 |
| Tabla 14 | Balance de N en cuyes de diferentes sexos. 53 |
| Tabla 15 | Balance de N en porcinos por nivel de proteína y tipo de recurso..... 54 |
| Tabla 16 | Balance de N en porcinos según grupo de experimentación..... 54 |
| Tabla 17 | Balance de N en caballos. 55 |
| Tabla 18 | Resultados de balance de N en conejos..... 56 |
| Tabla 19 | Tratamientos utilizados en la investigación. 60 |
| Tabla 20 | Distribución de animales por tratamiento. 60 |
| Tabla 21 | Análisis proximal de los alimentos usados en la investigación (en base seca)..... 64 |
| Tabla 22 | N presente en cada tratamiento usados en la investigación. 68 |



| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 23 | Digestibilidad aparente N en cuyes machos..... | 70 |
| Tabla 24 | Balance de N en cuyes machos adultos..... | 73 |
| Tabla 25 | Eficiencia de retención de N en cuyes. | 76 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|------------------|--|
| Figura 1 | Diseño gráfico de jaula metabólica individual..... 58 |
| Figura 2 | Cuy en la jaula metabólica. 59 |
| Figura 3 | Muestreo y pesaje de animales..... 95 |
| Figura 4 | Animales en las jaulas metabólicas individuales 95 |
| Figura 5 | Pesaje de alfalfa..... 96 |
| Figura 6 | Pesaje de ryegrass 96 |
| Figura 7 | Pesaje de concentrado y heno de avena 96 |
| Figura 8 | Procesamiento de MS de los alimentos..... 97 |
| Figura 9 | Suministro de agua y alimentos 97 |
| Figura 10 | Colección de alimento rechazado..... 98 |
| Figura 11 | Heces y orina colectadas 98 |
| Figura 12 | Colección de alimento rechazado..... 99 |
| Figura 13 | Pesaje de alimento rechazado..... 99 |
| Figura 14 | Muestras de orina para congelar 99 |
| Figura 15 | Muestra de heces para realizar MS 100 |
| Figura 16 | Muestras de heces molidas para congelar 100 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| ANEXO 1 Panel fotográfico | 95 |
| ANEXO 2 Registro de consumo de alimento y N del T1 | 101 |
| ANEXO 3 Consumo de alimento y N del T2 | 104 |
| ANEXO 4 Consumo de alimento y N del T3 | 107 |
| ANEXO 5 Excreción de heces y N del T1 | 110 |
| ANEXO 6 Excreción de heces y N del T2 | 112 |
| ANEXO 7 Excreción de heces y N del T3 | 114 |
| ANEXO 8 Excreción de orina y N del T1 | 116 |
| ANEXO 9 Excreción de orina y N del T2 | 118 |
| ANEXO 10 Excreción de orina y N del T2 | 120 |
| ANEXO 11 Consumo promedio de alimento y N por día | 122 |
| ANEXO 12 Excreción promedio de heces y N (g/día) | 123 |
| ANEXO 13 Excreción promedio de orina y N de T1, T2 y T3 | 124 |
| ANEXO 14 Consumo de nutrientes (g/día) | 125 |
| ANEXO 15 Peso de colección día 1 y 7 de cuyes | 126 |
| ANEXO 16 Análisis estadístico consumo total de N | 127 |
| ANEXO 17 Análisis estadístico N en heces | 128 |
| ANEXO 18 Análisis estadístico de N en orina | 129 |
| ANEXO 19 Análisis estadístico de Balance de N | 130 |
| ANEXO 20 Análisis estadístico de N total excretado | 131 |
| ANEXO 21 Análisis estadístico de eficiencia de retención de N | 132 |
| ANEXO 22 Análisis estadístico de digestibilidad de N | 133 |
| ANEXO 23 Declaración jurada de autenticidad de tesis | 134 |



ANEXO 24 Autorización para el deposito de tesis o trabajo de investigación en el
Repositorio Institucional 135



ACRÓNIMOS

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| N ₂ : | Dinitrógeno |
| N: | Nitrógeno reactivo |
| NNP: | Nitrógeno no proteico |
| NH ₃ : | Amoníaco |
| N ₂ O: | Óxido nitroso |
| NO ₃ ⁻ : | Nitrato |
| NO ₂ ⁻ : | Nitrito |
| HNO ₃ : | Ácido nítrico |
| CH ₄ : | Metano |
| C: | Carbono |
| H: | Hidrógeno |
| O: | Oxígeno |
| CO ₂ : | Dióxido de Carbono |
| P: | Fósforo |
| FDN: | Fibra detergente neutra |
| FDA: | Fibra detergente ácida |
| T1: | Tratamiento 1 |
| T2: | Tratamiento 2 |
| T3: | Tratamiento 3 |
| H ₂ SO ₄ : | Ácido sulfúrico |
| B1: | Tiamina |
| B2: | Ribloflavina |
| B6: | Piridoxina |
| B12: | Cianocobalamina |



| | |
|----------|---|
| RCF: | Residuos de fermentación de cerveza |
| DA: | Harina de <i>Sida hermaphrodita</i> |
| IVITA: | Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura |
| MS: | Materia seca |
| EE: | Extracto etéreo |
| PV: | Peso vivo |
| g: | Gramo |
| μg: | Micro gramo |
| mg: | Miligramo |
| MIDAGRI: | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego |
| NRC: | National Research Council |



RESUMEN

El nitrógeno (N) es un componente de los aminoácidos requeridos por todos los animales. La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del tipo de forraje suplementario sobre el balance de N en cuyes, realizado en el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)-Marangani, con una muestra de 30 cuyes macho de seis meses de edad con un peso promedio de 1236.73 ± 87.11 g, alimentados con una dieta basal de concentrado peletizado en nivel de consumo *ad libitum* y suplementados con alfalfa fresca (*Medicago sativa*) (T1), ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) (T2) y heno de avena (*Avena sativa*) + vitamina C (T3), en jaulas metabólicas individuales, por el método convencional *in vivo* por colección fecal y urinaria total, en diseño completamente al azar, con 10 réplicas por tratamiento. Las variables de medición fueron la cantidad de N total en las dietas, digestibilidad del N, balance de N y eficiencia de retención de N, según del N ingerido y excretado en heces y orina. El N se determinó por análisis Kjeldahl. La dieta T1 tuvo 4.83 gN/kg MS, T2 4.83 gN/kg MS y T3 4.60 gN/kg MS. La mejor digestibilidad de N fue con la dieta T3 (72.88 ± 1.09 %), seguida de T1 (66.04 ± 0.98 %) y T2 (67.28 ± 2.06 %) con similares resultados. El balance de N fue positivo ($p < 0.05$), con estos resultados se obtuvieron mejor respuesta en el T2 (1.28 ± 0.18 gN/día), con resultado menor en el T1 (1.07 ± 0.14 gN/día) y el T3 (1.21 ± 0.17 gN/día). La mejor eficiencia de retención de N fue en T3 (66.40 ± 3.12 %), con menor respuesta fueron obtenidas en T1 (58.73 ± 3.02 %) y T2 (62.17 ± 2.63 %). A partir de los resultados se concluye que la suplementación del tipo de forraje por el T2 concentrado + ryegrass (*Lolium multiflorum*) influye en el balance de N en cuyes.

Palabras clave: Balance de nitrógeno, Cuyes, Digestibilidad y forrajes



ABSTRACT

Nitrogen (N) is a component of the amino acids required by all animals. The objective of the research was to determine the effect of the type of supplementary forage on the N balance in guinea pigs, carried out at the Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)-Marangani, with a sample of 30 six-month-old male guinea pigs with an average weight of 1236.73 ± 87.11 g fed with a basal diet of pelleted concentrate at ad libitum consumption level and supplemented with fresh alfalfa (*Medicago sativa*) (T1), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) (T2) and oat hay (*Avena sativa*) + vitamin C (T3), in individual metabolic cages, by the conventional in vivo method by total fecal and urinary collection, in a completely randomized design, with 10 replicates per treatment. The measurement variables were the amount of total N in the diets, N digestibility, N balance and N retention efficiency, depending on the N ingested and excreted in feces and urine. N was analyzed by Kjeldahl analysis. Diet T1 had 4.83 gN/kg DM, T2 4.83 gN/kg DM and T3 4.60 gN/kg DM. The best N digestibility was with diet T3 ($72.88 \pm 1.09\%$), followed by T1 ($66.04 \pm 0.98\%$) and T2 ($67.28 \pm 2.06\%$) with similar results. The N balance was positive ($p < 0.05$), with these results a better response was obtained in T2 (1.28 ± 0.18 gN/day), with a lower result in T1 (1.07 ± 0.14 gN/day) and T3 (1.21 ± 0.17 gN/day). The best N retention efficiency was in T3 ($66.40 \pm 3.12\%$), with a lower response obtained in T1 ($58.73 \pm 3.02\%$) and T2 ($62.17 \pm 2.63\%$). Type of forage by concentrated T2 + ryegrass (*Lolium multiflorum*) influences the N balance in guinea pigs.

Keywords: Digestibility, Forages, Guinea pigs and nitrogen balance



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La crianza o producción de cuyes (*Cavia porcellus L.*), posee ventajas al ser una especie herbívora capaz de consumir diversos forrajes, presentar un ciclo reproductivo corto, facilidad de adaptación, además en su alimentación se le puede añadir una amplia variedad de forrajes tanto de origen vegetal y animal la cual puede ser aprovechado adecuadamente por los cuyes (Chauca, 1997).

Según Chauca (2018) la alimentación tradicional de cuyes incluye el uso de forrajes de gramíneas o leguminosas, con alguna suplementación de concentrados, dentro de las gramíneas que se usan está el heno de avena (*Avena sativa*) y ryegrass (*Lolium Perenne*). Burga (2018) indica que, en la alimentación de cuyes, la combinación del uso de ryegrass y avena forrajera representan pastos cultivados adecuados para la sierra los cuales son mayormente utilizados para el ganado bovino, pero actualmente se está evaluando su uso en la producción de cuyes, en tanto el forraje más utilizado es la alfalfa (*Medicago sativa*) ya que los insumos para la alimentación de esta especie, puede variar desde el uso de concentrados en la costa hasta al empleo de forraje verde y principalmente alfalfa en la sierra o una combinación de ambas (Huamaní et al., 2016). En su alimentación diaria con forrajes los cuyes consumen N, razón por la cual el estudio de balance de N permite realizar una evaluación sistemática del comportamiento de consumo y excreción de N en este tipo de animales.

El organismo animal ingiere continuamente N con los forrajes suministrados en la dieta y su vez también elimina constantemente, por lo que cuantificar el consumo de N en los alimentos y la excreta reviste mucha importancia acerca del metabolismo proteico (Béhar & Bressani, 1970). La composición de una ración alimenticia en los animales es



variable, siendo uno de los principales el aporte del N mediante lo que se llama proteína verdadera las cuales están organizadas en compuestos de cadenas de aminoácidos (Chauca, 2018), de otro lado se encuentra el aporte de N de otras fuentes como la proteína microbiana, a su vez asimismo el suministro de N no proteico en forma de urea, amonio, ácidos nucleicos, amidas, aminas y nitratos (Shimada, 2015).

La dinámica continua de ingesta y eliminación de N por parte del organismo animal surge la necesidad de realizar el balance de N, ya que por medio de este proceso se puede cuantificar la cantidad diaria de N consumido a través de los diferentes forrajes, a su vez medir los niveles de N que se eliminan por medio de las heces y orina, la cual dará un resultado de cuanto de N proporcionado por parte de la dieta es absorbido y excretado, todo ello debido a diversos factores como la calidad nutricional de los forrajes a su vez la propia fisiología animal implicada en el uso y eliminación de N, también el balance de N se usa como una forma para asegurar la correcta nutrición con N en todos los animales criados con fines de producción (Coppo & Mussart, 2005; Nigmatyanov et al., 2020). En el balance de N se puede mencionar que: hay un balance positivo cuando el N consumido que se retiene en el organismo es mayor a lo excretado durante el estado anabólico, mientras un balance negativo es inverso al balance positivo de N en estado catabólico que podría ser por inanición o ingesta inadecuada de proteínas (Béhar & Bressani, 1970; Matthews & van Goudoever, 2011; Pupim et al., 2013).

En la producción animal el balance de N ha servido como una manera de realizar un manejo eficiente de forrajes que llevan N, ya que por medio de este proceso se puede medir la cantidad de N que es depositada por parte de los animales al medio ambiente, de tal forma que este elemento aparte de ser muy importante en la nutrición, también trae consecuencias medioambientales cuando los animales producen pérdidas de N por medio de heces y orina en niveles excesivos hacia el suelo (Firkins & Reynolds, 2005; Moreno



et al., 2019). La descomposición en el suelo del N excretado en forma heces y orina por los animales se puede realizar por diversos medios como la volatilización en forma de amoníaco (NH_3), que deteriora la calidad del aire (Bleizgys & Naujokienè, 2023), o como óxido nitroso (N_2O), que contribuye con el calentamiento global (López-Aizpún et al., 2020), o lixiviar como nitrato (NO_3^-), que contamina las aguas subterráneas (Sahoo et al., 2016), por lo tanto, es necesario controlar el balance de la relación energía-proteína en la dieta (Rocha et al., 2016), a fin de lograr producciones sostenibles (Wattiaux et al., 2019).

En la crianza de cuyes el balance de N marca gran importancia, como un indicador sobre la cantidad y calidad de N consumido en su dieta (Robles, 2015), a su vez Espinoza (2023) menciona que la el balance de N esta relaciona en gran parte con la proteína, esto puede ayudar en gran medida a la preparación de raciones adecuadas y más eficientes para cuyes, además mediante ello se puede optimizar costos de producción y obtener mejor rentabilidad.

La presente tesis de investigación muestra los resultados de un exhaustivo trabajo realizado en cuyes machos con la suplementación de diversos forrajes: Alfalfa (*Medicago sativa*), ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) y heno de avena (*Avena sativa*) sobre el balance de N ya que en este tipo de animales se desconoce la dinámica del N con estos forrajes muy usados en la alimentación de cuyes.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del tipo de forraje suplementario sobre el balance de nitrógeno en cuyes.



1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el nitrógeno total en las dietas.
- Determinar la digestibilidad aparente de nitrógeno de las dietas.
- Determinar el balance de nitrógeno de las dietas.
- Determinar la eficiencia de retención de nitrógeno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El cuy

El cuy doméstico (*Cavia porcellus*) el cual desciende del cuy salvaje (*Cavia aperea*) es un animal roedor muy común en América del sur (Hargaden & Singer, 2012), esta especie animal es originario en la parte andina de los países de Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú (Chauca, 1997).

La crianza o producción de cuyes brindan muchas ventajas en las que incluye su calidad de especie herbívora, un ciclo reproductivo de un periodo corto, además que tiene la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y dentro de su alimentación incluye una amplia versatilidad ya que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros animales monogástricos utilizados para la producción (Chauca, 1997), el cuy ha sido fuente de recurso cárnico básico para los habitantes más pobres de los andes durante aproximadamente más de 3.000 años, a su vez de esta especie animal se producen anualmente alrededor de 20.000 toneladas de carne que equivale a 64 millones de canales comestibles (Hoffman & Cawthorn, 2012) .

En el Perú se considera principalmente al cuy como una especie productora de carne, a lo largo de los años ha empezado a poseer una alta demanda la carcasa de cuy (Valverde et al., 2021), según el MIDAGRI (2023) más de 800 mil familias perciben ingresos económicos por la producción de cuyes, en tanto que la población de esta especie para el año 2021 fue de 25,8 millones.

El Perú es uno de los países con mayor porcentaje de exportación de carne de cuy, teniendo una cifra de 71,3 % en el mercado exterior seguido de Ecuador con un 28,7% de exportación (MIDAGRI, 2023). La crianza del cuy en el Perú se concentra en la costa y sierra razón por la cual tiene gran importancia en la nutrición de las personas, además que en la economía es el sustento de muchas familias y centros de producción dentro del territorio peruano (Chauca, 2020). Con la actual demanda de alimentos con alto valor proteico, la crianza de cuyes representa para la región andina una de las alternativas efectivas para contrarrestar dicha necesidad de la población urbana y sobre todo rural (Cheeke, 1987; Usca et al., 2022).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Cheeke (1987) uno de los pocos animales que se han domesticado en América es el cuy, se puede observar su clasificación taxonómica en la Tabla 1 (Pritt, 2012).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del cuy.

| | |
|-------------|------------------------|
| Reyno | <i>Animalia</i> |
| Filo | <i>Chordata</i> |
| Clase | <i>Mammalia</i> |
| Orden | <i>Hystriocomorpha</i> |
| Sub orden | <i>Hystricomorpha</i> |
| Familia | <i>Caviidae</i> |
| Sub familia | <i>Caviinae</i> |
| Género | <i>Cavia</i> |
| Especie | <i>Porcellus</i> |

(Pritt, 2012)



Las características físicas para el suborden *Hystricomorpha* el cuy presenta según Pritt (2012) un arco cigomático con un canal infraorbitario agrandado, además que la familia *Caviidae* poseen cuatro dígitos en las patas anteriores y tres en las patas posteriores, a su vez las plantas de los pies no tienen pelo.

2.1.3. Anatomía y fisiología digestiva

La anatomía digestiva del cuy inicia desde la cavidad oral hasta el ano (Hargaden & Singer, 2012), los dientes incisivos son de forma alargados con curvatura hacia dentro, estas crecen continuamente, no poseen caninos y sus molares son amplios, el esófago es pequeño el cual atraviesa la cavidad torácica y pasa a través del diafragma con la finalidad de llevar y depositar el alimento en el estómago, en tanto el intestino delgado es de gran tamaño que puede llegar a los 2 metros de longitud esta desemboca en el ciego el cual es como un segundo depósito similar al estómago, después a la salida del ciego está el colon el cual finaliza en el recto y ano (Chauca, 2018). Dentro de sistema digestivo del cuy también contiene órganos accesorios que facilitan en la digestión, entre ellos incluyen los dientes, las glándulas salivales, el páncreas, el hígado y la vesícula biliar (Hargaden & Singer, 2012).

El alimento ingerido llega al estómago donde con ayuda del ácido clorhídrico se realiza la fragmentación de los alimentos adquiridos mediante la dieta, en el estómago no se realiza la absorción de los nutrientes si no en el intestino delgado en la primera porción en mayor cantidad, las partes no digeridas pasan hasta el intestino grueso para continuar con la fermentación en el ciego (Quesquén, 2019).



Al cuy se le considera un monogástrico herbívoro, el tracto digestivo posee un desarrollo especializado del intestino grueso, especialmente el ciego razón por la cual es capaz de aprovechar alimentos groseros, estos son fermentados en el ciego a todo ello el cuy realiza la cecotrofía que le permite la reutilización del nitrógeno de los alimentos (Castro, 2013). La producción de dos tipos de gránulos fecales tiene la finalidad de optimizar el aprovechamiento de los nutrientes, dentro de estos gránulos están los duros que contienen el componente de fibra no digerible las cuales se eliminan como heces propiamente dichas y también están los gránulos blandos (cecotrofos o heces nocturnas), estos son ricos en proteínas, ácidos grasos de cadena corta, ácidos grasos volátiles; incluyen acetato, propionato y butirato, vitaminas, agua y electrolitos, estos cecotrofos se excretan en un pequeño grupo para luego ser consumidas (Bullen, 2021).

2.1.4. Alimentación y nutrición

La nutrición siempre juega un rol fundamental en toda producción pecuaria, como en otras especies de interés zootécnico estos necesitan en su alimento diario un suministro adecuado de nutrientes, de esta forma ello conllevará a obtener tasas adecuadas y rentables en beneficio del productor (Morales et al., 2011), por ello la importancia del conocimiento sobre los requerimientos nutritivos de los cuyes para de esa forma poder elaborar y suministrarles raciones balanceadas, satisfacer sus requerimientos nutricionales tiene que ser según las respectivas fases biológicas por las que atraviesa el animal (Valverde et al., 2021). Dentro de los requerimientos que son establecidos por organismos internacionales como la National Research Council (NRC) del año de 1995 para cuyes principalmente como animal de laboratorio, en lo que respecta para Latinoamérica se han realizado diferentes trabajos de investigación con el fin



a determinar las necesidades de proteína, aminoácidos y energía para incrementar los niveles productivos (Castro, 2013; Chauca, 1997).

Dentro de los nutrientes usados están los que contienen N, este elemento se encuentra en las proteínas conformadas por una o más cadenas de aminoácidos y el N también están en otros compuestos incluidos en la materia orgánica de un alimento, a lo que se llama nitrógeno no-proteico (NNP) porque el N no forma parte de la estructura proteica, dentro del NNP está el amoniac, urea, aminos, ácidos nucleicos y otras fuentes que puedan tener N (Chauca, 2018).

2.1.4.1. Proteína

El suministro de proteínas tiene que ser el más adecuado ya que esta será la fuente de aminoácidos necesarios para las actividades biológicas en el organismo animal como: formación de músculos, enzimas, hormonas las cuales son importantes para la fisiología normal por tanto ello lleva a la adecuada producción y reproducción en los cuyes, la administración de proteínas se realiza a través de la dieta, las cuales estarán compuestas con productos tanto de origen animal y origen vegetal (Castro, 2013), de ello radica la importancia de este nutriente que debe ser consumido por el cuy de manera suficiente para cubrir sus requerimientos.

El requerimiento informado por Schiller (1977) en machos adultos en mantenimiento con un peso promedio de 770 g para el equilibrio de nitrógeno y peso corporal se mantuvieron cuando se administró una dieta de aminoácidos cristalinos que contenía 11 g de nitrógeno de aminoácidos indispensables/kg de peso vivo y 25,6 o 18,2 g de nitrógeno total/kg de alimento en base seca (equivalente a 160 o 114 g de proteína cruda/kg de dieta en base materia seca).



Según Vergara (2008) con el nivel de proteína establecido en 18% en las normas de la NRC del año 1995 en la que se evaluaron diferentes dietas con aportes de 12, 15, 18 y 20 % de proteína con 2.8 Mcal. de energía digestible/Kg, este autor encontró diferencias significativas: menor crecimiento en los animales que recibieron las dietas con 12 y 15 % de proteína, el mismo investigador refiere que cuando se usa dietas de inicio (20 % de proteína, y 3.0 Mcal. energía digestible/Kg.), en comparación a dietas de crecimiento (18 % de Proteína y 2.8 Mcal. energía digestible/ Kg. de alimento), se encontraron mayores ganancias de peso vivo y mejor conversión alimenticia en los animales que recibieron el alimento de inicio.

En cuyes en crecimiento en las cuales se evaluaron un aporte de proteína de 17, 19 y 20 %, se encontraron mejores resultados de ganancia de peso vivo con una dieta que poseía un contenido proteico de 17% (Castro, 2013).

Las investigaciones realizadas en Colombia con diferentes porcentajes de proteína en raciones alimenticias, los resultados difieren de acuerdo a sus diferentes estados fisiológicos del cuy. Se ha determinado rendimientos adecuados con raciones que contienen 17 % de proteína en crecimiento y 18 % para reproductoras en estado de gestación y lactancia (Chauca, 2018).

2.1.4.2. Nitrógeno

El N viene a ser el cuarto elemento más abundante dentro de la biomasa celular además que comprende el mayor constituyente de la atmosfera del planeta tierra aunque en ella se encuentra como dinitrógeno



(N₂) la cantidad aproximadamente es del 80%, entonces para poder ser aprovechada y utilizada por los seres vivos como N tiene que ser necesariamente mediada por la actividad bacteriana (Stein & Klotz, 2016), el N es un componente demasiado esencial para que la vida en planeta tierra prospere (Lautrou et al., 2022). Por tanto, en la producción animal de cualquier especie con fines productivos el N que se encuentra en las proteínas de las plantas es depositado y convertido en proteína animal, el paso de N de la planta hacia N animal puede ser medido a través de la eficiencia de conversión de N (Oenema & Tamminga, 2005). Además, en la agricultura con el objetivo de tener mejores resultados en los cultivos de cosecha se ha recurrido al uso de nitrógeno sintetizado como la urea (Huang et al., 2017; Liu et al., 2015)

2.1.4.3. Nitrógeno en la nutrición

El N juega un papel importante en la nutrición animal ya que es esencial para la producción de tejido animal, leche, huevos y lana, a su vez que los pastos proporcionan más del 70% de la ingesta global de proteínas de los animales, dos tercios de la proteína restante proviene de los concentrados y un tercio como los desechos de cocina lo cual esta está sujeto al tipo de sistema de alimentación (Van der Hoek, 1998). Los sistemas de producción animal convierten la proteína vegetal en proteína animal, dependiendo de la especie animal, la ración y el manejo, entre el 5 % a 45 % del N de la proteína vegetal se convierte a su vez se deposita como proteína animal y el otro 55%-95% se excreta a través de la orina y las heces, estas excreciones también se pueden utilizar como fuente de nutrientes para la producción de plantas, a veces suele usarse para el



alimento de otros animales (Oenema & Tamminga, 2005). Los alimentos de origen animal son reconocidos como una fuente alta en proteínas porque tienen una composición completa de aminoácidos esenciales, con alta digestibilidad (>90%) y biodisponibilidad (Lonnie et al., 2018).

Cuando se estudiaron dos dietas experimentales, una dieta basada en harina de soja y una dieta de harina de huesos de carne, se produjo una fermentación intensa en el ciego de los cuyes, con producción significativa de NH_3 y ácidos grasos de cadena ramificada, generada a partir del catabolismo de aminoácidos, sugiriéndose que la proteína era uno de los principales sustratos para la fermentación cecal no sólo en cuyes, sino también en ratas y polluelos cuando se alimentaba con una dieta basada en proteína animal, la dieta basada en proteínas vegetales condujo a una mayor producción de ácidos grasos de cadena corta (Tsukahara & Ushida, 2000).

En una investigación en cuyes en la que se utilizó un suplemento de fructo-oligosacaridos sobre una dieta estándar en la que se determinó que este azúcar indigestible incrementa los niveles de N ureico sanguíneo que fluye hacia al ciego para que las bacterias puedan utilizarla en beneficio de los cuyes (Kawasaki et al., 2015).

2.1.4.4. Energía

Los forrajes y concentrados contienen la mayor cantidad de energía la cual se encuentra en los alimentos que provienen principalmente en los glúcidos y en menor cantidad proviene de los lípidos y de las proteínas, la obtención de energía ocurre cuando en el cuerpo el carbón (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O) pueden ser convertido en agua metabólica y CO_2 y con



ello la liberación de energía para ser aprovechado por el organismo para distintos procesos fisiológicos (Chauca, 2018). Los requerimientos energéticos varían de acuerdo al estado fisiológico que se encuentre el cuy, en estos animales cuando se suministran dietas con alta carga energética se han obtenido mejores ganancias de peso (Castro, 2013; Chauca, 2018).

NRC (1995) menciona, que para el requerimiento de energía de mantenimiento del cuy teniendo en cuenta un peso de 400 a 600 g se puede satisfacerse con aproximadamente 136 Kcal de energía metabolizable/BW $\text{kg}^{0.75}$.

Los requerimientos de energía se han estudiado muchas veces en la crianza de cuyes, en una investigación evaluaron niveles de 2.7 y 2.9 con un control de 3.0 Mcal de energía digestible /kg de alimento en base seca y densidades de aminoácidos de 100, 110 y 120 % en relación a los estándares nutricionales previstos por la NRC (1995) sobre el rendimiento productivo de cuyes de genotipo mejorado durante la fase de crecimiento posdestete, en el cual se determinó que los tratamientos más eficientes para conversión alimenticia fueron 3.0 Mcal energía digestible /kg de alimento en base seca y 2.9 Mcal energía digestible /kg de dieta en materia seca, 120% densidad de aminoácidos, mientras el tratamiento 2.7 Mcal energía digestible/kg, 100% densidad de aminoácidos fue el menos eficiente, usando un valor energético de 2.9 Mcal energía digestible/kg de alimento en base seca esta mejoró la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa, no se presentaron diferencias por efecto del factor densidad de aminoácido (Airahuacho & Vergara, 2017). En un estudio similar al anterior se obtuvo un mejor



incremento de peso lo cual fue logrado con raciones con 18 % de proteína y 2.8 energía digestible Mcal/kg de dieta en base seca, esta respuesta puede deberse al mayor consumo diario de energía y proteína (Torres et al., 2006).

Con la finalidad de determinar la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes de raza Perú con una edad que oscila 8 y 12 semanas con dos niveles energético 2.8 y 3.0 Mcal/kg de alimento (base seca) de energía digestible con dietas isoproteicas de 18 % de proteína, no se encontró diferencia en ganancias de peso vivo o en rendimiento de carcasa entre ninguno de los tratamientos, en cuestión de consumo de materia seca total el tratamiento control fue mayor, los grupos experimentales de estudio lograron una mejor conversión alimenticia a la semana que el grupo control con forraje (Morales et al., 2011).

Se evaluaron dietas con dos niveles de energía digestible (2.7 Mcal y 2.9 Mcal de energía digestible/Kg) con dos sistemas de alimentación (con y sin la inclusión de forraje verde) en cuyes hembras que se encuentran en etapa de reproducción en la que se midieron ganancia de peso, consumo de alimento, tamaño de camada, porcentaje de fertilidad, partos, abortos, mortalidad en reproductoras y peso promedio al nacimiento y destete. Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticas, sin embargo, en el tratamiento con 2,9 Mcal de energía digestible/Kg de alimento (base seca) con inclusión de forraje verde presento un 100 % de fertilidad, con tamaños de camada de 2,9 crías con



peso promedio al nacimiento de 165 g, valores por encima del resto de tratamientos experimentales (Alejandro, 2016).

2.1.4.5. Lípidos

El cuy posee un requerimiento necesario de grasa o ácidos grasos no saturados. La carencia de estos produce una disminución en el crecimiento, además su deficiencia produce u origina patologías como la dermatitis, úlceras a nivel de la piel, alopecia y poco crecimiento del pelo (Aliaga et al., 2009).

En cuyes de entre 2 a 5 días de edad se le incluyo una dieta purificada que contenía 0, 10, 30, 75, 150, y 250 g de aceite de maíz por kilogramo de dieta por un periodo de 6 semanas, en las que se mostró que las dietas que contenían de 0 y 10 g de aceite/kg de dieta obtuvieron ganancias de peso, en tanto que las dietas con un contenido de 30 – 150 g de aceite/ kg de alimento llegaron a los pesos más altos y finalmente la dieta que contenía 250 g de aceite mostraron una disminución ligera de peso (NRC, 1995).

Según Sarria et al. (2020) cuando hay extremas deficiencias de lípidos puede sobrevenir la muerte del animal. Esta carencia puede prevenirse con la inclusión en la dieta de lípidos o ácidos grasos no saturados a un nivel de 3%, la cual es suficiente para lograr un buen crecimiento, así como para prevenir la dermatitis. Cuando se presenten sintomatologías correspondientes a la deficiencia de lípidos, con la agregación de dietas que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/Kg de ración en la que el aceite de maíz a un nivel de 3% favorece a un buen crecimiento y sin dermatitis. Cuando



se ha observado periodos prolongados de deficiencias de lípidos en la dieta hubo poco desarrollo de los testículos, bazo, vesícula biliar, también se presentó, aumento de tamaño de riñones, hígado, glándulas adrenales y corazón (Chauca, 2018).

2.1.4.6. Fibra

La inclusión de fibra cruda en los alimentos tipo concentrados para cuyes va en porcentajes de 5 a 18%. Cuando se trata a los cuyes como si fueran animales propios de laboratorio con fines de experimentación, ellos solo reciben como alimento una dieta balanceada, por la cual debe tener incluidos porcentajes altos de fibra, esta parte de los alimentos tiene mucha importancia en la composición de raciones, no solo porque tienen la habilidad los cuyes de procesarla y digerirla, sino que su inclusión es necesaria y de gran necesidad para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes (Chauca, 2018). También cabe señalar que mientras una dieta o un alimento tenga un contenido alto de fibra la cantidad de materia seca consumida disminuye (Sakaguchi et al., 1997).

En un estudio realizado por Torres et al. (2006), se encontró que el incremento de peso en cuyes con una cierta cantidad de proteína y energía digestible se ha atribuido al mayor consumo de fibra diaria 6.41 g, ya que esto pudo determinar un mejor uso de los otros nutrientes dado por efecto que ocurre en el sistema digestivo de cuyes en la que el pasaje más lento del contenido gástrico. Según Chauca (2018) con aporte de energía (2.8 y 3.0 Mcal energía digestible/Kg) con dos niveles de fibra (8 y 10%) en sus resultados no se encontró diferencia significativa para la ganancia de peso ni para el consumo, pero rescata un efecto positivo para la conversión

alimenticia que fue de 2.86 con el nivel de energía de 3.0 Mcal energía digestible/Kg con 10% de fibra.

Los niveles adecuados de fibra cruda son: en un 6% en el alimento de Inicio (de 1 a 28 días), con 8% en el alimento de Crecimiento (de 29 a 63 días), de 10% en el alimento de Acabado (de 64 a 84 días) y finalmente con un 12% en el alimento suministrado a cuyes reproductores (Vergara, 2008).

El cuy es un animal que posee un estomago considerado simple, pero con ciego voluminoso y es más eficiente en la digestión de fibra que otros animales como el conejo, hámster y rata, cuando se evaluó en cuyes la digestibilidad de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de 4 tipos de alimentos: Heno de alfalfa, pulpa de remolacha, heno de avena y cubos nutricionales de alfalfa en diferentes proporciones cada uno como se muestra en la Tabla 2 (Sakaguchi et al., 1997):

Tabla 2

Digestibilidad (%) de FDN y FDA en cuyes.

| Variable | FDA | | | FDN | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| Fuente de fibra% | 25 | 50 | 75 | 25 | 50 | 75 |
| Harina de alfalfa | 37.8 | 33.1 | 36.0 | 39.9 | 44.1 | 44.7 |
| Pulpa de remolacha | 74.4 | 69.8 | 49.7 | 70.4 | 73.5 | 60.0 |
| Heno de avena | 57.0 | 46.3 | 39.3 | 42.8 | 41.9 | 40.9 |
| Bloque de alfalfa | 49.0 | 35.6 | 43.8 | 48.9 | 37.3 | 4.9 |

(Sakaguchi et al., 1997)

2.1.4.7. Vitaminas

El cuy es un animal que necesita poca cantidad de vitaminas para vivir, pero el consumo de estas debe ser continua y ajustadas a los

requerimientos, la deficiencia puede provocar muchas alteraciones en el cuerpo del animal y en algunos casos acabar en muerte del animal. Una ración puede poseer un alto contenido de algunas vitaminas, pero la deficiencia traerá consecuencias muy graves (Chauca, 2018). Las vitaminas en general activan las funciones del organismo animal, con lo cual va crecer rápido, mejorar su actividad reproductiva y la protección contra enfermedades (Vivas & Carballo, 2009). Las vitaminas necesarias para los cuyes en su alimentación vienen a ser: Vitamina A, D, E, K, C, Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Piridoxina (B6), Niacina, Ácido pantoténico, Biotina, Ácido fólico, Colina, Cobalamina (B12) y Ácido paraaminobenzoico (Aliaga et al., 2009).

Según Chauca (2018) los requerimientos necesarios de vitamina están dados por cada categoría del animal por lo que no se puede generalizar, algunos de los requerimientos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Requerimiento de vitaminas usado para cuyes.

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Vitamina A | 2.0 mg/kg de peso vivo |
| Vitamina E | 1.5 mg/animal/día |
| Vitamina K | 50 mg/kg de ración |
| Vitamina C | 7.0 – 10 mg/kg de peso vivo |
| Vitamina B1 | 4 a 6.5 mg/kg de ración |
| Vitamina B2 | 3.0 mg/kg de ración |
| Vitamina B6 | 6 mg/kg de ración |
| Niacina | 10 – 30 mg/kg de ración |
| Ácido Pantoténico | 15 – 20 mg/kg de ración |
| Ácido Fólico | 3 – 6 mg/kg de ración |
| Colina | 1.0 – 1.5 gr/kg de ración |

(Chauca, 2018)



Los cuyes carecen de una enzima llamada L-gulonolactona, necesaria para la síntesis de ascorbato, la fuente natural de vitamina C siempre fue el forraje (Cheeke, 1987). NRC (1995) menciona que el requerimiento diario del ácido ascórbico del cuy varía entre 0.4 a 25 mg/día esto según el criterio utilizado para evaluar su respuesta en cuyes, se han informado valores para el crecimiento en cuyes de 250 a 350 g de peso vivo es de 0.4 a 2 mg/día, a nivel de reproducción 2 a 5 mg/día, sin presencia de escorbuto con una dosis de 1.3 a 2.5 mg/día y dosis de 2 mg/día un normal desarrollo del odontoblasto, cicatrización de heridas y regeneración del hueso, además se ha determinado un margen de seguridad de 200 mg/kg de alimento.

2.1.4.8. Minerales

los minerales en la nutrición en cuyes se dividen en dos grupos, siendo las cantidades relativas de su presencia en los organismos animales y sus requerimientos necesarios siendo estos los macro minerales (calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre) y los micro minerales (cobre, cobalto, yodo, hierro, manganeso, molibdeno y selenio) (Aliaga et al., 2009). Algunos de los requerimientos de diferentes minerales, aunque no se encuentran trabajos de investigación realizados con la finalidad de determinar los requerimientos dentro del proceso productivo:

Por cada Kg de dieta se informa el uso de Calcio 0.8%, fosforo 0.4%, Magnesio 0.1%, Potasio 0.5%, Cloro 0.05%, Sodio 0.05%, Cobre 6 mg, Hierro 50 mg, Cinc 20 mg y Selenio 150µg (Chauca, 2018; Cheeke, 1987).



2.1.4.9. Agua

Según el tipo de alimentación aplicado en la crianza del cuy se podrá obtener la cantidad de agua que consumirá, el requerimiento necesario puede ser obtenido del agua de bebida o del forraje verde, cuando se ofrece una dieta en base a concentrado, el aporte de agua debe ser mayor en comparación a una dieta mixta (concentrado y forraje); el cuy necesita consumir hasta el 10% de su peso vivo por día (Caycedo, 2009; Chauca, 2018). En una investigación se encontró que el consumo de cantidades normales de alimento, los cuyes consumieron aproximadamente el doble de agua que el consumo de materia seca (MS) haciendo una proporción 1:2. (Wolf et al., 2020).

2.1.5. Tipos de alimentación

El concepto de alimentación de cuyes abarca a la cantidad disponible de alimento, así mismo el costo que implica alimentar a estos animales, ya que este animal herbívoro es capaz de recibir y aprovechar los nutrientes de diversas fuentes, de esta manera el cuy se vuelve muy versátil en su alimentación, que de alguna manera esta influenciado por el lugar geográfico con sus respectivas condiciones climáticas durante el año, a partir de ello se pueden realizar teóricamente 3 tipos de alimentación siendo el uso de forraje, concentrado y mixto que combina estos dos (Alejandro, 2016; Vergara, 2008; Vivas & Carballo, 2009).

2.1.5.1. Alimentación pura a base de forrajes verdes

En este tipo de alimentación se usan forrajes frescos ya que son los más preferidos por los cuyes, a su vez es como una fuente de agua indirecta para el animal, con la administración de pastos verdes se asegura el



suministro correcto de vitamina C indispensable en la dieta, ya que los cuyes no pueden sintetizarla por sí mismo (Chauca, 2020; Vivas & Carballo, 2009).

Los forrajes que más se le suministra al cuy vienen a ser leguminosas, que además tienen un alto contenido proteico, las más usadas de este grupo tenemos como ejemplo: Alfalfa, maní forrajero, kudzú, trébol, madero negro, caupí, gandul, etc. y también están la familia de las gramíneas que contienen buena fuente de energía con un contenido bajo en proteína, entre las más utilizada son el maíz forrajero, el ryegrass, etc. (Alejandro, 2016; Chauca, 2020; Vivas & Carballo, 2009).

La alimentación completamente a base de forrajes permite que el animal quede saciado, ya que aproximadamente el cuy debe consumir el 30 % de su peso vivo en materia verde, pero la desventaja de este tipo de alimentación es que muchas veces no logra cubrir sus requerimientos básicos de nutrientes y consecuentemente ello lleva a que los índices de productividad sean inferiores dentro de la producción de cuyes bajo este sistema (Alejandro, 2016; Vivas & Carballo, 2009).

2.1.5.2. Alimentación neta a base de concentrados

En este tipo de alimentación se basa exclusivamente en el suministro de raciones únicamente en concentrados formulados, bajo este sistema las dietas se intenta cubrir los requerimientos básicos de nutrientes a los cuyes, la cantidad a suministrarse de concentrado oscila entre 12 a 60 gramos/animal/día variando en sus diferentes estados fisiológicos en la que obligatoriamente se tiene que suministrar la vitamina C con el alimento (Usca et al., 2022; Vivas & Carballo, 2009).

La cantidad de concentrado suministrado en diferentes categorías varía por el estado fisiológico que el animal se encuentre, en la Tabla 4 se muestra datos sobre la cantidad de concentrado para cada categoría de animal.

Tabla 4

Concentrado suministrado según categoría en cuyes.

| Categoría | Edad | Cantidad de concentrado |
|--------------------|----------------|--------------------------------|
| Cría | 1 – 4 semanas | 12 – 25 g/animal/día |
| Recría | 4 - 8 semanas | 25 – 40 g/animal/día |
| Engorde (venta) | 8 – 10 semanas | 40 – 60 g/animal/día |

(Burga, 2018)

Los alimentos más usados en las formulaciones de raciones de concentrado son: harina de maíz, sogro, polvillo de arroz, melaza de caña, afrecho, harina de alfalfa, harina de sangre, cascara de algodón, etc. (Vivas & Carballo, 2009). La mejor forma de darle el concentrado a los cuyes es previamente realizada la paletización ya que de esa forma se reduce el desperdicio del alimento (Usca et al., 2022).

2.1.5.3. Alimentación mixta

Este tipo de alimentación combina la administración de forraje y concentrado balanceado, en la que los forrajes son alimentos groseros y voluminosos, mientras que el alimento formulado tiene la función de cubrir o complementar todos los requerimientos posibles dentro de la producción de cuyes, además que con la cantidad suficiente de forraje verde suministrado la suplementación de vitamina C no es necesaria (Burga, 2018; Vivas & Carballo, 2009).



La combinación de forrajes y concentrado aparte de tener beneficios adecuados sobre los índices productivos, también reduce el coste de alimentación con respecto a la utilización pura de raciones formuladas, además que el sistema de alimentación mixta es la sugerida para la producción de cuyes (Burga, 2018; Chauca, 1997).

2.1.6. Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa es uno de los forrajes más nutritivos que existen, la cual es usado en muchos sectores de la producción animal, ya que posee buena calidad nutritiva a su vez también por su alta gustosidad además este forraje es el principal alimento usado dentro de la crianza de cuyes (Abarca, 2015; Ortiz et al., 2021). Se ha estudiado que la alimentación de cuyes con forrajes verdes mejora muchos aspectos como la carcasa en los ácidos grasos, aunque cabe señalar que la utilización de alfalfa pura en la nutrición de estos animales no cumple con todos los requerimientos necesarios para lograr los objetivos productivos propuestos por lo cual se ha realizado una investigación sobre el efecto de tres tipos de alimentación en cuyes de 21 hasta los 70 días de edad sobre diversos parámetros, en la que el primer tratamiento correspondió a alfalfa verde, el segundo tratamiento de ración mixta (alimento balanceado + alfalfa verde) y como tercer tratamiento una dieta integral que consto de alimento balanceado, los resultados se muestran en la Tabla 5 (Huamaní et al., 2016).

Tabla 5

Efecto de tres tipos de alimentación en cuyes (21 – 70 días de edad).

| Parámetros | Alfalfa verde | Ración mixta | Alimentación integral |
|----------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|
| Consumo de MS (g) | 1935.5 | 2478.3 | 2166.5 |
| Ganancia de peso (g) | 416.2 | 678.3 | 592.8 |
| Conversión alimenticia | 4.7 | 3.7 | 3.7 |
| Rendimiento de carcasa (%) | 69.8 | 72.7 | 73.7 |

(Huamaní et al., 2016)

2.1.7. Ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*)

El ryegrass italiano es un forraje que tiene origen en la región del mediterráneo, sur de Europa, norte de África y sur oeste de Asia pero en la actualidad se encuentra en diversas partes del mundo ya que tiene facilidad de cultivarse (Beckie & Jasieniuk, 2021), adaptarse al suelo, diferentes condiciones climáticas, capacidad de recrecimiento, producción de forraje, así como para usarlo en forma de forraje seco ya que posee las características necesarios que lo convierten en una de las especies para uso como pasto y forraje conservado (Costa et al., 2018).

Las especies de *Lolium spp* se adaptan desde una altitud de los 1800 hasta los 3600 m.s.n.m. aunque su productividad a partir de los 3000 m.s.n.m. se ve reducida, a su vez también es influenciado por el ambiente en el que es instalado ya que de acuerdo a ello su recuperación se puede darse entre las 2 a 4 semanas (Vallejos et al., 2020).

Se han realizado diversos estudios una de ellas evaluó la digestibilidad aparente de ryegrass italiano en cuyes machos en la que se muestran los resultados en la Tabla 6.

Tabla 6

Digestibilidad de ryegrass italiano en cuyes.

| Parámetros | Digestibilidad % |
|---------------------|------------------|
| Materia seca | 67,70 |
| Materia orgánica | 67,49 |
| Proteína | 70,96 |
| Fibra cruda | 57,67 |
| Extracto etéreo | 64,39 |
| Extracto libre de N | 73,65 |

(Narváez & Delgado, 2012)

2.1.8. Avena (*Avena sativa*)

La avena (*Avena sativa*) su origen se menciona que fue en Asia y el Mediterráneo, en la actualidad este forraje se ha convertido en uno de los comúnmente usados en la población pecuaria, el uso de avena como un cultivo alternativo da mayor soportabilidad sobre otras pasturas naturales en lo que se refiere a la nutrición animal, en tanto que se usa de diferentes maneras como en fresco y henificado (Romero, 2021).

La avena puede ser cultivado en diferentes condiciones climáticas que pueden ir desde los 2500 a 4200 m.s.n.m., en suelos de textura media hacia ligeramente arenosas, este tipo de alimento generalmente se guarda en forma de heno para la época de estiaje en la cual no hay mucha disponibilidad de pastos frescos (Arias et al., 2021), si bien el heno de avena es usado ampliamente en el ganado vacuno, actualmente se está usando y evaluando en la producción de cuyes como se muestra en la Tabla 7 en la que se comparó el incremento de peso vivo usando el concentrado como alimento bases adicionando en el primer tratamiento pastizales naturales, para el segundo tratamiento heno de avena y finalmente ryegrass (Burga, 2018).

Tabla 7*Incremento de peso vivo en cuyes (g) de tres de dietas.*

| Parámetro | Concentrado + Pastizal | Concentrado + Avena | Concentrado + ryegrass |
|------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Peso inicial | 364.38 | 365.00 | 365.63 |
| Peso final | 790.94 | 803.13 | 903.44 |
| Incremento | 426.56 | 438.13 | 537.81 |

(Burga, 2018)

2.2. EFECTOS NEGATIVOS DEL NITRÓGENO

Muchos nutrientes son requeridos por los sistemas de producción animal a nivel mundial, pero surge una preocupación acerca del N sobre todo cuando este elemento se excreta en grandes cantidades al medio ambiente debido a una baja eficiencia de retención por los animales, el estiércol animal posee una gran capacidad para contribuir problemas sobre la calidad del agua (Burkholder et al., 2007; Ferket et al., 2002). Por ello surge una importante preocupación sobre el N en donde este se convierte en un potencial de contaminación del agua subterránea así mismo de suministros de agua superficial, cuando se utiliza en el suelo cantidades correctas el N representa menor amenaza ambiental. Si se aplica N en exceso de las necesidades requeridas en campo, entonces el N se convierte en un contaminante potencial (Carter & Kim, 2013).

Los microorganismos convierten el N en iones amonio y que se oxida aún más a iones NO_2^- y NO_3^- . Los nitratos pueden filtrarse a través del suelo y de esa manera contaminan los recursos hídricos del subsuelo. El exceso de N en sus diversas formas puede y erosionan la tierra a su vez que contaminan las aguas superficiales la excreción excesiva de N puede aumentar la volatilización del amoníaco en los sistemas de producción animal que sin duda afectar la calidad del aire a respirar (Bi et al., 2023; Carter & Kim, 2013).



El actual sistema alimentario mundial se ha convertido en uno de los principales impulsores del cambio climático, el uso del suelo genera un gran cambio y pérdida de biodiversidad a su vez también ocurre el agotamiento de los recursos de agua apto para el consumo de los seres vivos. El sistema alimentario trae la contaminación de los ecosistemas acuáticos y terrestres por elementos como el N y P con la aplicación de fertilizantes y estiércol (Springmann et al., 2018).

Cuando también se usa fertilizantes que en su composición química llevan el N siempre corre el riesgo de perderse a través de la volatilización, lixiviación, desnitrificación o escorrentía debido a sus propiedades químicas activas del N (Ju et al., 2009), a lo largo de las investigaciones se observaron correlaciones entre la pérdida de N, tasa de aplicación, prácticas de fertilización y tipo de fertilizante, se ha calculado que hasta el 60% de los fertilizantes de N se pierde como NH_3 mediante volatilización en todo el mundo (Bi et al., 2023).

Especialmente en los sistemas de producción de producción animal intensiva hay una creciente preocupación por sus grande impactos en la contaminación del medio ambiente mayormente por las pérdidas excesivas de N sobre todo cuando está en forma de N_2O ya este gas contribuye a una gran pérdida de la capa de ozono en la estratosfera ya que es considerado el tercer gas más importante que causa el efecto invernadero con un potencial calculado de 298 veces mayor de calentamiento que el dióxido de carbono en un horizonte temporal de 100 años (Ravishankara et al., 2009; Smith, 2010).

En cuyes una investigación que tuvo como objetivo determinar niveles séricos de creatinina, urea y N ureico sanguíneo con una alimentación de tres dietas: 100% de alfalfa, 50% de alfalfa+50% pisonay (*Erythrina sp*) y 100% de pisonay. Se determinó que los cuyes alimentados con una dieta de 100% pisonay y 50/50 obtuvieron una mayor concentración de creatinina, en cuanto al N ureico sanguíneo los niveles fueron mayores



para la dieta con 100% de pisonay (16.8 mg/dl), mientras que para urea sérica sanguínea no hubo diferencias entre dietas (61.3, 70.0 y 71.3 mg/dl respectivamente a las dietas previamente descrita) pero los niveles fueron por encima de los valores normales (33.6 – 44.1 mg/dl) lo cual sugirió que la concentración elevada de urea sérica sanguínea esta dado por una dieta alta en proteína, a su vez se menciona que los niveles incrementados de creatinina y urea sanguínea pueden causar daño en la fisiología renal en los cuyes (Rodrigo et al., 2020).

2.3. EXCRECIÓN DE NITRÓGENO

A medida que las actividades pecuarias se intensifican e incrementan, los animales producen excreciones (heces y orina) mediante el cual eliminan principalmente fósforo y N al ambiente, de tal manera originándose los principales contaminantes provenientes de los sistemas de producción animal (Herrero et al., 2006). La excreción fecal de proteínas alimentarias aparentemente no digeridas en animales monogástricos, generalmente excede el 15%; en rumiantes es bastante común una pérdida fecal del 30% o más, independientemente de su perfil de aminoácidos; la verdadera digestibilidad de la mayoría de las fuentes de proteínas, tanto en rumiantes y animales monogástricos a menudo excede el 90%, mientras que la digestión aparente es claramente inferior (Tamminga et al., 1995).

El actual desarrollo de productos de origen animal genera la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero (entre el 72% y el 78% del total de las emisiones agrícolas) la gran parte de tal efecto está relacionada sin duda alguna con los alimentos suministrados en la dieta con el fin de obtener los objetivos de producción, la emisión de contaminantes por el sector pecuario se debe a la baja eficiencia de conversión alimenticia, la fermentación gástrica en rumiantes y la excreción de heces y orina (Springmann et al., 2018).



El exceso de N excretado por los animales es un gran problema aun cuando estas excretas son utilizadas en el campo ya que más de un tercio del N aplicado en forma de estiércol se pierde en forma de NH_3 , HNO_3 y N_2O entonces estos causan acidificación, eutrofización y muchos cambios en el medio ambiente que van aumentando cada vez más y más, por tanto surge la idea necesaria de hacer una optimización reductora del uso de N en la nutrición y también por supuesto en el uso de fertilizantes (Lautrou et al., 2022).

El ganado alimentado con dietas típicas de engorde excreta más N en la orina (40–70%) que en las heces (30–50%) (Hristov et al., 2011), que representa ineficiencia en su utilización, el cual aumenta en relación directa con el consumo de N en la dieta (Dijkstra et al., 2013), formando parte de la contaminación del aire, agua y suelo (Selbie et al., 2015).

Aproximadamente la cantidad de 15% de N consumido por un animal no rumiante se pierde por medio de las heces, pero este número puede modificarse tanto hacia arriba como hacia abajo debido al grado de la digestibilidad de proteínas y aminoácidos suministrados en la dieta. Alrededor del 50% de N consumido por los no rumiantes se pierde por medio de la orina (urea en mamíferos y ácido úrico en aves). Las pérdidas de N urinario se pueden modificar por el balance entre los aminoácidos de la dieta y el requerimiento de aminoácidos para el mantenimiento y crecimiento. En dato general la excreción fecal y urinaria de N en las aves de corral y los cerdos representan alrededor del 65% del contenido de N consumido, del cual alrededor del 20% se pierde a la atmósfera como NH_3 volatizado y el resto se deposita en el estiércol (Ferket et al., 2002).

La cantidad global estimada sobre el N evacuado por los animales oscila entre 80 y 130 toneladas g de N por año, y es tan grande o incluso mayor que el consumo anual global de fertilizantes de N, en cuestión la participación en esta eliminación hacia el ambiente el ganado vacuno participa con el 60%, las ovejas 12% y los cerdos 6%, especies



que tienen la mayor participación en la producción de N del estiércol animal; a su vez se ha reportado que la conversión de N vegetal en N animal es, en promedio más eficiente en la producción de aves y cerdos que en la producción láctea, pero las diferencias dentro de un tipo de sistema de producción animal pueden ser tan grandes como las diferencias entre tipos de sistemas de producción animal, debido a los grandes efectos del potencial genético de los animales, la alimentación animal y el manejo (Oenema & Tamminga, 2005).

Se reporta que más del 70 % del N con la que es alimentado los cerdos se eliminan en los purines, esto ocurre principalmente por la orina de los cuales >75 % de N se excreta en forma de urea, mientras que en el excremento el N eliminado está bastante ligado a las proteínas (van der Peet-Schwering et al., 1999). En estudios de investigación realizados determinaron que las fuentes de emisiones en las granjas de los Estados Unidos, concluyeron que la vaca produce el 25% de metano (CH_4) mediante la fermentación en rumen-retículo, en estiércol 24% como CH_4 y N_2O , y en el campo 19% como N_2O (Wattiaux et al., 2019). el NH_3 procedente del sector ganadero contribuye en gran medida a la acidificación y eutrofización del medio ambiente e incluso podría ser perjudicial para la salud humana, por la formación de partículas finas (Nguyen et al., 2020).

De las excretas producidos por los sistemas de producción animal, el N soluble se pierde mediante el escurrimiento a mantos de aguas superficiales, o de manera lixiviada hacia aguas subterráneas en forma de NO_3^- o también es convertido a N_2 que se volatiliza hacia el aire; pero la mayor cantidad del N se pierde finalmente a la atmósfera en forma NH_3 , por ello hay una creciente preocupación por el impacto de las emisiones gaseosas y de otros productos derivados de las producciones pecuarias hacia el medio ambiente produciendo contaminación (McCubbin et al., 2002) .

Se muestra datos de 3 - 6 mg de NO_3^- /litro de agua en una escorrentía superficial de campos de aspersión que recibieron efluentes de una productora de porcinos, en un arroyo adyacente a campos de pulverización de efluentes de porcinos se midió 6-8 mg de N/ litro (Burkholder et al., 2007). En un estudio se encontró 7 - 30 mg NO_3^- / litro de agua en el flujo subterráneo de un campo donde se drenaba una aspersión de desechos porcinos (Evans et al., 1984). Se informaron que en el agua subterránea cerca de los cerdos en las lagunas de desechos promediaron 143 mg de N/litro, y tasas de exportación estimadas en 4,5 kg N inorgánico/día (Huffman & Westerman, 1995). En todo ello las propiedades químicas, propiedades del suelo y clima pueden afectar el transporte de contaminante como: el suelo arenoso, bien drenado y húmedo (Burkholder et al., 2007; McGechan et al., 2005).

En un estudio en cuyes destetados con un grupo de machos y otro de hembras en diferentes posas durante 4 semanas, que fueron alimentados con chala, alfalfa y concentrado realizado por Robles (2015) en la cual se midió la cantidad de N consumido y excretado en heces como se muestra en la Tabla 8 y 9, en la cual los cuyes hembras eliminaron menor cantidad de N respecto a los cuyes machos, la cual podría deberse a que las hembras consumieron alimentos de mejor calidad.

Tabla 8

Concentración de N en heces (%) cuyes machos.

| Tiempo | Poza 1 | Poza 2 | Poza 3 | Poza 4 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Semana 1 | 5.49 | 5.84 | 6.07 | 5.31 |
| Semana 2 | 6.11 | 6.30 | 5.93 | 7.26 |
| Semana 3 | 6.75 | 7.07 | 7.17 | 6.94 |
| Semana 4 | 7.20 | 7.32 | 7.63 | 7.21 |

(Robles, 2015)

Tabla 9*Concentración de N en heces (%) cuyes hembras*

| Tiempo | Poza 1 | Poza 2 | Poza 3 | Poza 4 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Semana 1 | 4.56 | 4.63 | 4.17 | 3.83 |
| Semana 2 | 5.49 | 5.02 | 4.68 | 4.36 |
| Semana 3 | 6.05 | 5.41 | 5.19 | 4.73 |
| Semana 4 | 6.61 | 5.87 | 5.47 | 5.69 |

(Robles, 2015)

2.4. BALANCE DE NITRÓGENO

Uno de los objetivos importantes de la producción animal a través de granjas es la conversión adecuada de proteínas en alimentos, principalmente de origen vegetal hacia proteína animal. Este proceso se caracteriza por la intervención de salida/entrada de proteína el cual está formado por un elemento llamado N (Tamminga et al., 1995). El principio de los estudios de balance en nutrición mide las ganancias netas o pérdidas que ocurre en la utilización de muchas sustancias que un organismo requiere, por tanto el balance de nitrógeno consiste en que un organismo ingiere nitrógeno en los alimentos y lo va eliminando constantemente, por tanto, con la determinación analítica de la cantidad de nitrógeno ingresado en el consumo con la cantidad de nitrógeno excretado en heces y orina proporcionara una medida cuantitativa del metabolismo proteico y retención de nitrógeno (Alberto et al., 2011; Béhar & Bressani, 1970; Cho et al., 2010) la cual se puede resumir en la siguiente ecuación:

$$\text{Balance de N} = \text{N ingerido} - (\text{N excretado en heces} + \text{N excretado en orina})$$



2.4.1. Balance de nitrógeno en cuyes

En cuyes a nivel de mantenimiento con un peso vivo promedio de 770 g, y evaluando el balance de nitrógeno con el peso corporal, estos se mantuvieron constantes cuando se administró una dieta de aminoácidos cristalinos que contenía 11 g de N de aminoácidos indispensables/kg y 25,6 o 18,2 g de N total/kg de dieta (NRC, 1995; Schiller, 1977).

En una investigación con 30 cuyes macho con pesos entre 350 – 600 g los cuales se mantuvieron en ayunas durante 48-72 horas mientras recibían solución de Ringer lactato a través de un catéter en la vena yugular. 12 animales para control, 10 recibieron leucina, isoleucina y valina, 8 de los animales recibieron glucosa. Hubo una mejora del 37 % ($p < 0,01$) en el balance de nitrógeno en los animales suplementados con aminoácidos de cadena ramificada en comparación con otros animales. El balance de N aumentó en un 27% ($p < 0,05$) en los animales tratados con aminoácidos en relación con el grupo tratado con glucosa. Los resultados mostrados pueden estar relacionados con el papel regulador específico de la leucina, la isoleucina y la valina en el recambio de proteínas musculares (Kien et al., 1978).

En una investigación con el objetivo de determinar el efecto de fructo – oligosacáridos sobre la utilización de N en cuyes machos adultos para lo cual se formaron 3 grupos de experimentación: El primer grupo compuesto por 12 cuyes con un peso promedio de 435 ± 66 g al que se le permitió realizar cecotrofia de los cuales a 6 se le suministro 3 % de fructo-oligosacaridos y al resto 3 % de glucosa; El segundo grupo conformado por 18 animales con un peso promedio de 607 ± 25 a los cuales se les permitió realizar cecotrofia y a la mitad se le suministro 5 % de fructo – oligosacáridos y 6 % de glucosa a la otra mitad; el

tercer grupo formado por 12 cuyes 955 ± 77 a los cuales no se les permitió realizar cecotrofia y se les suministro 5% de fructo oligosacáridos a 6 animales y al resto 5% de glucosa en las que se obtuvieron resultados que se muestran en la Tabla 10, 11 y 12 respectivamente (Kawasaki et al., 2013):

Tabla 10

Balance de N en cuyes del grupo 1 (peso de 435 ± 66 g).

| (g/día) | | Glucosa | Fructo-oligosacaridos |
|-------------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Consumo alimento (g/MS) | | 46.3 ± 4.8 | 47.8 ± 7.6 |
| Consumo de N | | 1.29 ± 0.11 | 1.32 ± 0.21 |
| Excreción de N heces | | 0.42 ± 0.06 | 0.42 ± 0.06 |
| Excreción de N orina | | 0.50 ± 0.07 | 0.48 ± 0.11 |
| Retención de N | | 0.36 ± 0.06 | 0.41 ± 0.10 |

(Kawasaki et al., 2013)

Tabla 11

Balance de N en cuyes del grupo 2 (peso de 607 ± 25 g).

| (g/día) | | Glucosa | Fructo-oligosacaridos |
|----------------------|--|-----------------|-----------------------|
| Consumo alimento | | 46.6 ± 4.5 | 44.4 ± 7.0 |
| Consumo de N | | 1.22 ± 0.11 | 1.20 ± 0.11 |
| Excreción de N heces | | 0.42 ± 0.06 | 0.42 ± 0.06 |
| Excreción de N orina | | 0.42 ± 0.12 | 0.29 ± 0.11 |
| Retención de N | | 0.38 ± 0.09 | 0.47 ± 0.10 |

(Kawasaki et al., 2013)

Tabla 12

Balance de N cuyes del grupo 3 (peso de 955 ± 77).

| (g/día) | Glucosa | Fructo-oligosacaridos |
|----------------------|-------------|-----------------------|
| Consumo alimento | 42.5 ± 6.1 | 41.9 ± 4.2 |
| Consumo de N | 1.11 ± 0.18 | 1.10 ± 0.11 |
| Excreción de N heces | 0.49 ± 0.06 | 0.52 ± 0.45 |
| Excreción de N orina | 0.26 ± 0.07 | 0.23 ± 0.10 |
| Retención de N | 0.36 ± 0.09 | 0.38 ± 0.10 |

(Kawasaki et al., 2013)

En un trabajo realizado por Espinoza (2023) con 20 machos y 20 cuyes hembras del tipo A1 mejorados con aproximadamente 60 días de edad y peso promedio de 1091 ± 189.7 g, en donde el objetivo fue evaluar la inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa (0, 3, 8 y 12%) sobre el balance nitrogenado se obtuvieron resultados que se muestran en la Tabla 13 y 14.

Tabla 13

Balance de N con niveles de lignocelulosa en cuyes.

| Nivel % | Consumo Alimento (g/día) | Consumo N (g/día) | N en orina (g/día) | N en heces (g/día) |
|---------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 56.6 | 1.66 | 0.122 | 0.770 |
| 3 | 65.4 | 1.79 | 0.104 | 0.714 |
| 8 | 58.3 | 1.61 | 0.108 | 1.03 |
| 12 | 76.7 | 2.15 | 0.128 | 0.614 |

(Espinoza, 2023)

Tabla 14*Balance de N en cuyes de diferentes sexos.*

| Sexo | Consumo Alimento (g/día) | Consumo N (g/día) | N en orina (g/día) | N en heces (g/día) |
|-------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Machos | 75.7 | 2.11 | 0.139 | 0.700 |
| Hembras | 53.9 | 1.50 | 0.091 | 0.866 |

(Espinoza, 2023)

2.4.2. Balance de nitrógeno en otros animales

En una investigación realizada, para comparar el efecto de los niveles dietarios de proteína cruda en la digestibilidad y balance de N de cerdos alojados individualmente en jaulas metabólicas, se compararon dos tratamientos con diferentes niveles de proteína cruda en la dieta 1 compuesta por 19% y la dieta 2 con 14% de proteína en la dieta, obteniéndose un resultado: no hubo efecto del nivel de proteína en el comportamiento productivo durante el estudio, consumo de alimento diario fue similar ($P>0.70$), alimentar la dieta con nivel de proteína cruda reducida disminuyó ($P<0.001$) el consumo de N un 26.6 %, la excreción fecal de N fue similar ($P>0.40$), la digestibilidad aparente del N para el tratamiento normal fue 5 unidades porcentuales menor ($P<0.001$), la excreción urinaria de N (56 %) y de N total (41 %) se redujeron ($P<0.001$) cuando se alimentó a los cerdos con la dieta reducida en proteína. Sin embargo, los cerdos alimentados con la dieta normal de proteína cruda hubo mayor retención de N ($P<0.001$) (Anindo et al., 2015).

En un estudio en donde se usó 24 porcinos en crecimiento (cruce Duroc x Landrace x Yorkshire) con peso vivo similar (43.27 ± 3.51) los cuales fueron divididos en 4 grupos (Grupo 1: Dieta con caseína con normal contenido de proteína; Grupo 2: Dieta con gluten de maíz con normal contenido de proteína;

Grupo 3: Dieta con caseína con bajo nivel de proteína; Grupo 4: Dieta con gluten de maíz con bajo nivel de proteína, tales resultados se observan en la Tabla 15 y 16 (Zhang et al., 2022):

Tabla 15

Balance de N en porcinos por nivel de proteína y tipo de recurso

| Variable (g/día) | Nivel de proteína | | Tipo de recurso | |
|---------------------|-------------------|-------|-----------------|--------|
| | Normal | Bajo | Caseína | Gluten |
| Consumo N | 41.49 | 36.23 | 38.24 | 39.77 |
| N en heces | 7.74 | 5.92 | 6.18 | 7.65 |
| N en orina | 8.84 | 6.88 | 7.33 | 8.53 |
| Excreción N | 16.58 | 12.82 | 13.50 | 16.18 |
| Deposición N | 24.67 | 23.77 | 24.59 | 23.85 |

(Zhang et al., 2022)

Tabla 16

Balance de N en porcinos según grupo de experimentación

| (g/día) | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| Consumo N | 40.61 | 35.88 | 37.41 | 42.36 |
| N en heces | 6.83 | 5.52 | 6.44 | 8.65 |
| N en orina | 8.03 | 6.62 | 7.19 | 9.64 |
| Excreción N | 14.86 | 12.14 | 13.63 | 18.30 |
| Deposición N | 25.42 | 23.73 | 23.77 | 24.07 |

(Zhang et al., 2022)

Se usaron 6 caballos con un peso vivo (PV) entre 409 – 557 kg de una edad de 5 – 8 años los cuales fueron alimentados con dos dietas isoenergéticas para un nivel de mantenimiento, en la que el primer tratamiento recibió la suplementación de glucosa y el otro grupo pulpa de remolacha para evaluar estas adiciones sobre el balance de nitrógeno, los resultados se muestran en la Tabla 17 (Olsman et al., 2004):

Tabla 17*Balace de N en caballos.*

| g/kg/PV/día | Glucosa | Pulpa de remolacha |
|--------------------|----------------|---------------------------|
| Consumo N | 0.195 | 0.232 |
| N en heces | 0.050 ± 0.006 | 0.062 ± 0.005 |
| N en orina | 0.129 ± 0.013 | 0.154 ± 0.017 |
| Balace N | 0.016 ± 0.011 | 0.016 ± 0.009 |
| Absorción N | 0.145 ± 0.010 | 0.170 ± 0.010 |

(Olsman et al., 2004)

En ratas, tres dietas con porcentajes crecientes de grasa 55%, 65% y 75% en MS y porcentajes decrecientes de proteína 30%, 20% y 10% en MS, respectivamente, se obtuvo resultados de retención de N en la dieta gramos por día correspondiente a $0,07 \pm 0,01$; $0,14 \pm 0,02$; $0,26 \pm 0,02$, respectivamente, haciendo un porcentaje de retención de $47,43 \pm 7,09$; $42,50 \pm 6,55$; $45,41 \pm 2,88$ (Frommelt et al., 2014).

En conejos en el cual se alimentaron con residuos de arroz de cerveza fermentada (RCF) en la que se evaluó la utilización del nitrógeno a nivel de crecimiento, en el cual cinco concentrados contenían (RCF) al 0% (grupo de control), (RCF) sin esterilizar al 10%, (RCF) sin esterilizar al 20%, (RCF) esterilizado al 10% y (RCF) esterilizado al 20%, se obtuvieron resultados de balance de N, correspondiente a 0,99 ; 1,33 ; 1,90 ; 1,26 ; y 1,2. (g/día) para los tratamientos descritos, respectivamente. El balance de N del porcentaje de ingesta de nitrógeno y el porcentaje de nitrógeno absorbido fueron mayores en los grupos de RCF no esterilizados y RCF esterilizados en comparación con el grupo de control ($p < 0,01$), los grupos de RCF no esterilizados mostraron un mayor ($p < 0,01$) balance de nitrógeno que los grupos de RCF esterilizados (Lalhriatpuii & Patra, 2022).



En un estudio en conejos para evaluar la eficiencia de la harina deshidratada de Virginia fanpetals y Virginia mallow (*Sida hermaphrodita*), una malvácea como sustituto de la harina deshidratada de alfalfa (*Medicago sativa*) en dietas para conejos a nivel de crecimiento en sistemas de producción de carne; la dieta control que contenía harina de *S. hermaphrodita* (DA) presentó una concentración de 20% de harina de alfalfa deshidratada. El primer grupo experimental (DA/DS), contenía 10% de alfalfa deshidratada y 10% de harina de Sida deshidratada, el segundo grupo experimental (DS) contenía 20% de harina de Sida deshidratada. Los resultados obtenidos para el balance de nitrógeno se encuentran en la Tabla 18 (Purwin et al., 2019):

Tabla 18

Resultados de balance de N en conejos.

| | DA control | DA/DS | DS |
|-----------------------|-------------------|--------------|-----------|
| Digestión g/N/conejo | 3.20 ±0.44 | 3.20±0.58 | 3.30±0.28 |
| Retención g//N/conejo | 1.09±0.33 | 1.27±0.36 | 1.20±0.17 |

(Purwin et al., 2019)

La mayor retención diaria de nitrógeno (g) así como la retención de nitrógeno (%) con respecto a la absorción y digestión de nitrógeno se observaron en el grupo DA/DS alimentado con una dieta que contenía 10 % de alfalfa deshidratada y 10 % de harina de Sida deshidratada (Purwin et al., 2019).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento de Cusco ubicado en posición geográfica entre el Paralelo 14° 21' 15" de latitud Sur y el meridiano 71° 10' 03" de longitud oeste a una altitud de 3500 – 5000 m.s.n.m. (Alarcón & Trebejo, 2014) y específicamente en la unidad metabólica del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA)-Marangani de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (3,550 m.s.n.m.).

3.1.1. Instalaciones

Se utilizaron jaulas metabólicas individuales para cuyes, con medidas de 60 x 53 x 45 cm muy similares a los usados por Franz et al. (2011) en cuyes como se observa en la Figura 1 y Figura 2 en la que se realizó la administración de alimento, suministro de agua y la recolección de heces y orina provenientes de los animales en estudio.

La jaula fue en su mayoría con un material tipo Aluzinc (aleación de aluminio y cinc), mientras la parte frontal y parcialmente la parte superior fue con rejillas para un adecuado ingreso de luz y aire hacia la jaula, además a la jaula poseía un bebedero de chupón con capacidad de 250 mL (Espinoza, 2023), un comedero para el suministro de concentrado y otra para forraje (Figura 2).

A su vez la jaula para la colección de heces poseía, una bandeja de malla metálica a donde descendían las heces a la cual se le adicióno una malla de

polipropileno con orificio de 3.0x3.0 mm para evitar que heces y pelos atraviesen hacia la bandeja de colección de orina, el lugar de colección de orina fue plastificado para facilitar la recolección.

Figura 1

Diseño gráfico de jaula metabólica individual.

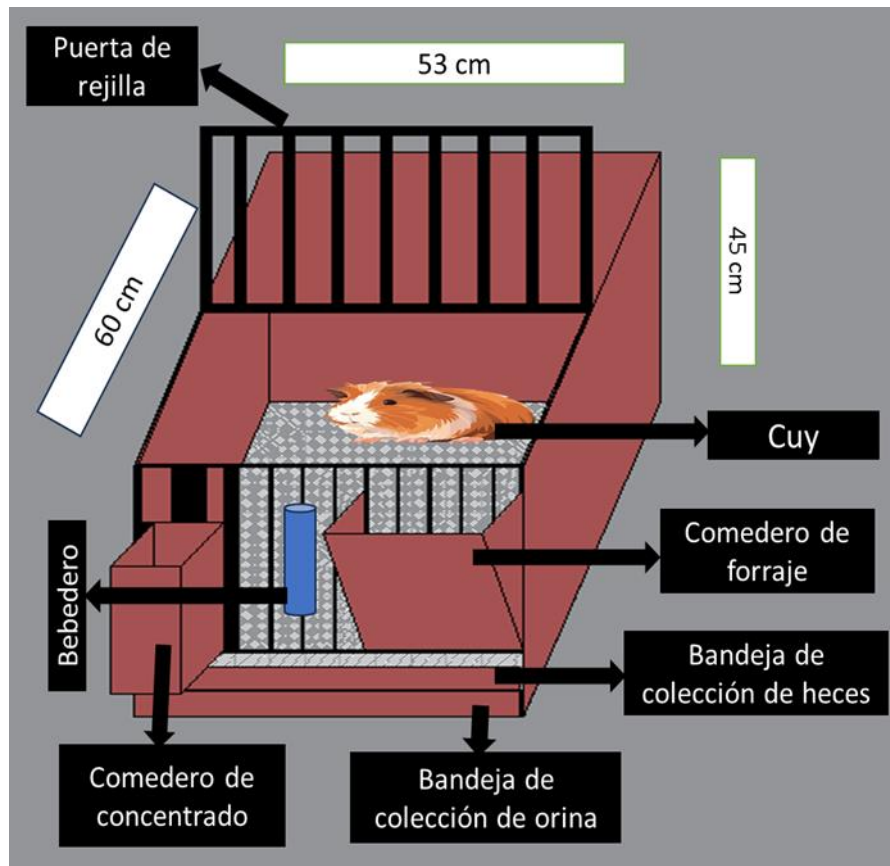


Figura 2

Cuy en la jaula metabólica.



3.1.2. Animales

De un lote de 100 cuyes adultos (Tipo I) criados en la granja del Fundo San Marcos de la estación experimental IVITA Marangani, los mismos que contaban con peso (1236.73 ± 87.11 g) y edad similares (6 meses), se tomó una muestra de 30 animales de forma aleatoria, estos animales se encontraban en un sistema de alimentación basado en forraje (alfalfa – ryegrass italiano e inglés) y un suplemento (afrecho); posteriormente fueron conducidos a la Unidad Metabólica del IVITA Marangani, donde fueron distribuidos a tres tratamientos, basados en tres tipos de forraje (alfalfa, heno de avena y ryegrass italiano) y el insumo base para alcanzar el requerimiento fue un alimento concentrado, estos animales fueron albergados en jaulas metabólicas individuales y distribuidos de acuerdo al esquema previamente descrito.

3.1.3. Dietas experimentales

Las dietas experimentales que se usaron fueron tres, los cuales se administraron de manera *ad libitum*, estas dietas estuvieron compuestas como se muestra en la Tabla 19:

Tabla 19

Tratamientos utilizados en la investigación.

| | |
|--------------------|--|
| Tratamiento 1 (T1) | Concentrado peletizado + alfalfa fresca (<i>Medicago sativa</i>) |
| Tratamiento 2 (T2) | Concentrado peletizado + ryegrass italiano fresco (<i>Lolium multiflorum</i>) |
| Tratamiento 3 (T3) | Concentrado peletizado + heno de avena (<i>Avena sativa</i>) + vitamina C [®] |

El agua fue suministrada *ad libitum* y en lo que respecta al T3 la vitamina C[®] 100% pura (concentración de 1000 g de vitamina C por cada 1000 g de producto) se añadió al agua de bebida según especificaciones del fabricante (1.0 g/1000 mL de agua), cada mL de agua contenía 1 mg de vitamina C.

Los animales fueron distribuidos a cada dieta experimental aleatoriamente como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20

Distribución de animales por tratamiento.

| Tratamientos | T1 | T2 | T3 |
|-------------------------------|----|----|----|
| Número de animales utilizados | 10 | 10 | 10 |



3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de registro

- Cuadernos
- Papel de escritorio
- Lapiceros
- Lápiz
- Plumones
- Borrador
- Reglas
- Cinta
- Laptop
- Impresora
- Teléfono celular

3.2.2. Materiales de campo

- Bandejas de polietileno
- Bandejas metálicas
- Bolsas de polietileno
- Guantes látex de exploración
- Barbijos
- Papel toalla
- Frascos para colección de muestras
- Crioviales
- Embudos de polietileno



- Sobres de papel Kraft
- Mesas
- Tijeras

3.2.3. Materiales de laboratorio

- Vasos precipitados de 500 mL
- Vasos precipitados de 100 mL
- Pipetas
- Embudos de vidrio
- Embudos de polietileno
- Espátulas
- Morteros
- Probetas de 100 y 250 ml
- Tubos micro Kjeldhal
- Perlas de vidrio

3.2.4. Equipos

- Congeladora
- Refrigeradora
- Estufa (MEMMERT)
- Balanza analítica (OHAUS Pionner-model Px224LE)
- Molino (tipo WILEY)
- Mufla (IVYMEN Optic system)
- Analizador automático de fibra (DELTA – ANKOM – Fiber Analyser – Macedon NY-USA)



- Equipo de digestión Kjeldhal (SELECTA)

3.2.5. Reactivos

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 10% con pH 3
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) AL 98.2 %
- Catalizador sulfato de cobre penta hidratado
- Agua destilada

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Análisis proximal de alimentos

Se realizó la determinación de materia seca (MS) a $105^{\circ}C$ por 24 horas para posteriormente ser molidas con la ayuda del molino y finalmente conservarlos (Anindo et al., 2015). Posteriormente se determinó la cantidad de N por el método de Kjeldahl (Anindo et al., 2015; Hayes, 2020; Lalhriatpuii & Patra, 2022), extracto etéreo (EE) mediante el método establecido por (AOAC et al., 2010), análisis de FDN se realizó analizador automático de fibra ANKOM DELTA (ANKOM, 2023), la materia orgánica (MO) y cenizas se determinó usando un horno mufla a $550^{\circ}C$ por 4 horas según el protocolo establecido por la (AOAC., 2010) y carbohidratos no estructurales por la diferencia de (100%- proteína total % – lípidos % – FDN % – cenizas %) (Pinotti et al., 2021). El análisis proximal de los alimentos se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21

Análisis proximal de los alimentos usados en la investigación (en base seca).

| Variable | Concentrado | Alfalfa | Ryegrass | Heno avena |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Humedad (%) | 10.02 | 75.22 | 74.32 | 10.13 |
| MS (%) | 89.98 | 24.78 | 25.68 | 89.87 |
| Proteína total (%) | 17.16 | 12.98 | 12.49 | 11.57 |
| Extracto etéreo (%) | 3.23 | 1.44 | 1.62 | 1.22 |
| FDN (%) | 25.90 | 39.40 | 50.92 | 44.78 |
| Cenizas (%) | 7.75 | 8.15 | 8.77 | 5.24 |
| Materia orgánica (%) | 92.25 | 91.85 | 91.23 | 94.76 |
| Carbohidratos no fibrosos (%) | 45.96 | 38.03 | 26.20 | 37.19 |

3.3.2. Determinación total de nitrógeno en dietas

La cantidad de N presente de cada uno de los alimentos que conformaban las dietas de estudio (T1: concentrado + alfalfa, T2: concentrado + ryegrass y T3: concentrado + heno de avena) fue determinada mediante el análisis de Kjeldahl (Anindo et al., 2015; Hayes, 2020; Lalhriatpuii & Patra, 2022), en tanto la cantidad de N total en cada uno de las dietas se realizó mediante una adición del N en el alimento base (Concentrado) más el N de forraje suplementario.

3.3.3. Determinación de la digestibilidad aparente de nitrógeno de las dietas

Para la obtención de datos, los cuyes siguieron una etapa inicial de acostumbramiento de 21 días al manejo diario (suministro de alimento y agua, rechazo de alimento y agua, colecta de heces y orina), ello tuvo la finalidad de



asegurar la transición del microbiota al nuevo alimento en el tracto digestivo, ajustando el patrón enzimático y microbiano a los nuevos alimentos, así como el nivel de consumo (Guevara et al., 2008), terminado el acostumbramiento se prosiguió con la etapa de colección en el cual se realizó la medición cuantitativa cada 24 horas en un horario fijo (6:00 – 7:00 am) de alimento ofrecido, rechazado y consumido, así como a la medición de la producción de heces libre de contaminantes, durante un periodo de 7 días todo ello libre de contaminantes (Calabrò et al., 2010). Las heces fueron analizadas mediante el método de Kjeldahl para determinar N (Anindo et al., 2015; Hayes, 2020; Lalhriatpuii & Patra, 2022).

Para la determinación de digestibilidad aparente de N, inicialmente se realizó la obtención del N digerido mediante una diferencia del N ingerido con la cantidad de N en heces y con ello la digestibilidad de N como se muestra en la siguiente formula (Espinoza, 2023; Gugólek et al., 2014):

$$\text{Digestibilidad aparente de N} = \frac{N \text{ digerido}}{N \text{ ingerido}} * 100$$

3.3.4. Determinación de balance de nitrógeno de las dietas.

Para la obtención de datos se siguió el mismo procedimiento descrito en la metodología para la determinación de digestibilidad de N sobre la etapa de acostumbramiento y colección con la particularidad que para el balance de N se realizó colección cuantitativa de orina cada 24 horas, durante el cual el animal realizó la eliminación correspondiente, el lugar de colección de orina estuvo previamente acidificado con una solución de H₂SO₄ al 10% con un pH de 3 (Piñeiro et al., 2017). Una vez colectada la muestra se congelo a -20 grados de temperatura (Nguyen et al., 2020), la orina se analizó mediante el método de

Kjeldahl para determinar N (Anindo et al., 2015; Hayes, 2020; Lalhriatpuii & Patra, 2022).

El balance de nitrógeno se determinó por diferencia del N ingerido con el N excretado en heces y orina siendo la fórmula de la siguiente manera (Dinuccio et al., 2019; Spanghero & Kowalski, 2021):

$$\text{Balance de N} = N \text{ Ingerido} - (N \text{ en heces} + N \text{ en orina})$$

3.3.5. Determinación de la eficiencia de retención de nitrógeno

A su vez para calcular eficiencia de retención de N que viene a ser la capacidad del animal de retener N, la cual no se haya excretado en heces y orina sobre el N ingerido, para determinar la eficiencia de N se calculó de la siguiente manera (Gugolek et al., 2014; Marshall & Womack, 1954):

$$\text{Eficiencia de Retención de N} = \frac{N \text{ retenido}}{N \text{ ingerido}} * 100$$

3.3.6. Análisis estadístico

Los datos fueron expresados en medidas de tendencia central y dispersión, tales como el promedio y la desviación estándar respectivamente, los datos están sujetos a una distribución normal y una homogeneidad de varianzas. La significancia entre tratamientos se evaluó mediante el análisis de varianza en un Diseño completamente al azar (DCA) ($\alpha = 0.05$) y la prueba de comparación de medias de Tukey, (Almeida et al., 2018).

Modelo Aditivo lineal de un DCA

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} : Variable de respuesta (balance de N influenciado por la



j-ésima unidad experimental que recibe la i-ésima dieta)

μ : Media general

T_i : Efecto fijo de la i-ésima dieta

ϵ_{ij} : Error experimental distribuido uniformemente

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NITRÓGENO TOTAL EN LAS DIETAS

Los resultados de contenido de N en cada dieta utilizada en la presente investigación se representan en la Tabla 22, este contenido se expresó como gN/kg de MS; se aprecia la cantidad de N que presentó la dieta del T1: concentrado + alfalfa, (4.83 gN/kg de MS), T2: concentrado + ryegrass italiano (4.75 gN/kg de MS) y T3: concentrado + heno de avena (4.60 gN/kg de MS).

Tabla 22

N presente en cada tratamiento usados en la investigación.

| Tratamientos | Alimento | Unidad |
|--------------|-------------------|---------------------|
| T1 | Concentrado | 2.75 N (g/kg de MS) |
| | Alfalfa | 2.08 N (g/kg de MS) |
| Total | | 4.83 N (g/kg de MS) |
| T2 | Concentrado | 2.75 N (g/kg de MS) |
| | Ryegrass italiano | 2.00 N (g/kg de MS) |
| Total | | 4.75 N (g/kg de MS) |
| T3 | Concentrado | 2.75 N (g/kg de MS) |
| | Heno de avena | 1.85 N (g/kg de MS) |
| Total | | 4.60 N (g/kg de MS) |

El concentrado es un alimento preparado para satisfacer los requerimientos nutricionales en cualquier especie de interés productivo. En cuyes la adición de forrajes complementa las necesidades nutricionales en estos animales, por tanto, la determinación



del contenido de N es primordial para estimar el contenido proteico en los alimentos (Collado, 2016). El nivel de N en el presente trabajo de investigación (2.75 gN/kg MS), se asemeja al contenido de N en concentrado reportado por Vergara (2008) en cuyes, alcanzó una concentración de 2.88 gN/Kg MS; asimismo, Kawasaki et al. (2013) cuando evaluaron el balance de N en cuyes machos adultos, utilizó concentrados con contenidos de 2.66, 2.75, 2.64, 2.56, 2.61 y 2.62 gN/kg MS, a su vez Espinoza (2023) muestra que para evaluar el balance de N en cuyes adultos, utilizó solo una dieta a base concentrados que contenían 3.09, 3.00, 3.04 y 3.03 gN/kg MS respecto a lo utilizado en el presente trabajo de investigación, esto puede deberse que se busca una concentración alta de N en las dietas para cuyes además que no utilizaron un forraje suplementario.

El nivel de N encontrado en la alfalfa del T1: concentrado (2.75 gN/kg MS) + alfalfa (2.08 gN/kg MS) no se asemeja a lo reportado por E. Meza et al. (2023) quienes determinaron un contenido de 3.10 gN/kg MS a su vez Abarca (2015) reportó valores de N en alfalfa de 3.04 y 2.94 gN/kg MS, Juan et al. (1995) mencionan que cuando la alfalfa ha madurado mayor a lo esperado, este valor disminuye progresivamente en su contenido proteico llegando a 2.40 gN/kg MS el cual se aproxima al encontrado en el presente estudio.

En el T2 el ryegrass italiano se encontró un valor de 2.00 gN/kg MS, cabe señalar que el contenido de N en este tipo de forrajes es dinámico de acuerdo al ambiente en que este se desarrolle, el contenido de N de ryegrass presentado por Vallejos et al. (2020) muestran valores similares a lo encontrado que van de en un rango 1.62 – 1.98 gN/kg MS que difirió de acuerdo a lugar de muestreo, mientras que Laforé et al. (1999) describieron un valor inferior de 1.54 gN/kg MS a su vez Sánchez et al. (2014) reportaron un valor ligeramente superior a lo encontrado de 2.30 gN/kg MS, la probable diferencias está en el suelo en que el ryegrass fue cultivado a su vez su estado fenológico.

Referente al contenido de N encontrado en heno de avena (1.85 gN/kg MS), Sánchez et al. (2014) encontraron un valor de 1.82 gN/kg MS muy similar al determinado en el presente trabajo; a su vez Mamani (2018) determinó varios valores de N en avena correspondientes a 1.24 y 1.50 gN/kg de MS los cuales son valores inferiores a lo mostrado en esta investigación en ello probablemente estén vinculados al estado nutritivo del suelo a su vez el estado de corte.

En los forrajes a medida que su estado fenológico avanza lo cual puede apreciarse en el porcentaje de MS, sus propiedades nutritivas tienden a cambiar como el nivel de N como afirma Buri (2013), que la cantidad de N en forrajes como de ryegrass decreció a medida que transcurre de estado de pre floración (2.87 gN/kg MS), floración (2.44 gN/kg MS) y post floración (2.16 gN/kg MS).

4.2. DIGESTIBILIDAD APARENTE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS.

En la Tabla 23 se muestra el consumo de N de concentrado y del forraje administrado a cada uno de los tratamientos.

Tabla 23

Digestibilidad aparente N en cuyes machos.

| Variable | T1 | T2 | T3 | P _(α=0.05) |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| N total ingerido (g/día) | 1.82±0.16 ^a | 2.06±0.26 ^a | 1.83±0.22 ^a | 0.0394 |
| N en heces (g/día) | 0.62±0.06 ^a | 0.67±0.09 ^a | 0.49±0.05 ^b | <.0001 |
| Digestibilidad de N (%) | 66.04±0.98 ^a | 67.28±2.06 ^a | 72.88±1.09 ^b | <.0001 |

Nota: Letras en superíndice indican la diferencia entre columnas.

En la Tabla 23 se muestra que la ingestión total de N fue significativa ($p < 0.05$) pero la prueba de separación de medias no encontró diferencias en el N ingerido en los diferentes tratamientos T1: concentrado + alfalfa (1.82±0.16 gN/día), T2: concentrado +



ryegrass italiano (2.06 ± 0.26 gN/día) y T3: concentrado + heno de avena (1.83 ± 0.22 gN/día). Espinoza (2023) reportó en cuyes machos adultos un consumo total de N de 2.11 g/día cuyo valor es asemeja a los valores obtenidos en la presente investigación, mientras que Kawasaki et al. (2013) cuando utilizaron cuyes machos adultos teniendo como alimento base de un concentrado comercial al cual añadieron glucosa y fructo-oligosacaridos obtuvieron los siguientes valores de N ingerido total para glucosa: 1.29 ± 0.11 , 1.22 ± 0.11 y 1.11 ± 0.18 gN/día mientras para fructo-oligosacaridos: 1.32 ± 0.21 , 1.20 ± 0.11 y 1.10 ± 0.11 gN/día, estos valores muestran menor consumo de N en estos animales, la cual puede estar implicado en que los cuyes usados son animales de uso en laboratorio, mientras que los usados en la presente investigación son animales con fines de producción.

Respecto a la excreción de N en heces fue significativa ($P < 0.05$) en la que el T2: concentrado + ryegrass italiano (0.67 ± 0.09 gN/día) Y T1: concentrado + alfalfa (66.04 ± 0.98 gN/día) ha mostrado mayor eliminación de N en heces respecto a T3: concentrado + heno de avena (0.49 ± 0.05 gN/día) que fue el que menos N perdió por medio de las heces, Espinoza (2023) reportó N en heces inferiores a lo encontrado con un valor de 0.139 gN/día, a su vez Kawasaki et al. (2013) reportaron en cuyes machos adultos valores ligeramente inferiores de excreción en heces 0.42 ± 0.06 , 0.49 ± 0.06 y 0.52 ± 0.45 gN/día. Barreda et al. (2022) encontraron la cantidad de 0.81 ± 0.04 % de N en heces colectadas de galpón de cuyes. La cantidad alta de N en heces según (Robles, 2015) los animales de tamaño pequeño presentan mayor contenido de N en las heces respecto a especies grandes la cual estaría a su vez relacionado con una dieta alta en compuestos nitrogenados, además la probable diferencia en el contenido de N en heces puede deberse a los insumos alimenticios usados en cada una de las investigaciones.



La digestibilidad aparente de N en cuyes alimentados con una dieta de concentrado suplementado con forrajes (alfalfa, ryegrass italiano y heno de avena) muestra diferencia estadística ($P < 0.05$) en la que se observa que el N del T3: concentrado + heno de avena es mejor digerido (72.88 ± 1.09 %) respecto al T1: concentrado + alfalfa (66.04 ± 0.98 %) y T2: concentrado + ryegrass italiano por el cuerpo de los cuyes, esto da a entender que ha perdido este elemento en menor cantidad junto con las heces.

Abarca (2015) menciona que la digestibilidad es una medida que se ha utilizado para medir el valor biológico de la calidad de las dietas, este autor ha encontrado valores de digestibilidad de alfalfa en cuyes machos ligeramente inferiores de 62.89 ± 0.96 % N con alfalfa joven y 55.58 ± 1.16 % N en una alfalfa madura con respecto al T1: concentrado + alfalfa (66.04 ± 0.98 %) que tuvo como fuente de suplemento la alfalfa, en tanto que la variación puede deberse a que el T1 contenía en su composición concentrado y este tiene mayor capacidad de digestibilidad, razón por lo cual el T3: concentrado + heno de avena (72.88 ± 1.09 %) fue superior, debido al menor consumo de N proveniente del heno de avena y en mayor proporción de consumo de N del concentrado, además Franz et al. (2011) muestra que en cuyes de laboratorio hubo una digestibilidad de N de heno de pasto de 35.0 % la cual fue muy inferior con ese tipo de heno, esta diferencia puede estar dado por un heno de baja de calidad además que son cuyes utilizados en laboratorio y no con fines de producción cárnica.

Con respecto a la digestibilidad aparente obtenida de 67.28 ± 2.06 % en el T2: concentrado + ryegrass italiano, en un trabajo realizado en cuyes de por Narváez & Delgado (2012) cuando solo usaron ryegrass encontraron una digestibilidad ligeramente superior de N 70.96%, frente a ello Buri (2013) reportó en cuyes machos que la digestibilidad de ryegrass está relacionado con el estado de madures, de manera que encontraron una digestibilidad de N correspondiente al 88.04 % en pre floración, 65.64%

en floración y 44.57% en post floración. En contraste Romero (2021) menciona que la digestibilidad de los forrajes es afectada directamente por estado fenológico ya que mientras más maduro su concentración de N y azúcares disponibles para ser absorbido disminuye y su nivel de fibra aumenta y sea superior en alimentos balanceados como se observa en la Tabla 20 del análisis proximal de los alimentos usados.

4.3. BALANCE DE NITRÓGENO DE LAS DIETAS.

Los resultados encontrados del balance de N en cuyes se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24

Balance de N en cuyes machos adultos.

| Parámetros | T1 | T2 | T3 | P_(α=0.05) |
|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| N en orina (g/día) | 0.13±0.05 ^a | 0.11±0.04 ^a | 0.12±0.06 ^a | 0.5644 |
| N total excretado (g/día) | 0.75±0.05 ^a | 0.78±0.10 ^a | 0.61±0.09 ^b | 0.0003 |
| Balance de N (g/día) | 1.07±0.14 ^a | 1.28±0.18 ^b | 1.21±0.17 ^{ab} | 0.0236 |

Nota: Las letras en superíndice indican diferencias entre columnas.

La cantidad de N ingerido total y N heces son necesarios para determinar el balance de N, pero los resultados se discutieron en la sección de digestibilidad de N.

El N en orina fue estadísticamente no significativo ($p > 0.05$) en la que ningún tratamiento, influye sobre la cantidad de N eliminado por esta vía T1: concentrado + alfalfa (0.13±0.05 gN/día), T2: concentrado + ryegrass (0.11±0.04 gN/día) y T3 concentrado + heno de avena (0.12±0.06 gN/día), los valores obtenidos en el presente trabajo son cercanos a los encontrados por Kawasaki et al. (2013) en cuyes machos adultos usando una adición de glucosa y fructu-oligosacaridos en la que muestran respectivamente valores de excreción urinaria de 0.26±0.07 y 0.23±0.07 gN/día, Kawasaki et al. (2015) reportaron en cuyes machos adultos usando un alimento comercial



suplementado con glucosa y fructo-oligosacaridos la cantidad de N encontrada en orina en 24 horas fue de 0.08 y 0.16 gN respectivamente a los suplementos antes mencionados, Espinoza (2023) en cuyes machos reporto valores superiores de excreción de N en orina (0.70 gN/día), esta diferencia podría deberse al uso de lignocelulosa en la dieta a su vez a la técnica de colección de orina.

En la Tabla 24 se observa que el contenido total de N excretado fue significativo ($P < 0.05$) en la cual se observa que el T1: concentrado + alfalfa (0.75 ± 0.05 gN/día) y T2: concentrado + ryegrass italiano (0.78 ± 0.10 gN/día) tuvieron una mayor cantidad de N excretado hacia el medio ambiente la cual se considera una perdida por no ser utilizado por los animales, Robles (2015) menciona que el nivel de excreción de N en los cuyes permite ver este parámetro como un indicador para la valoración de tendencias fisiológicas generales en cuanto al uso y calidad de alimentos nitrogenados en esta especie animal, Kawasaki et al. (2013) reportaron valores similares de N total excretado al ambiente por cuyes machos adultos (0.75 y 0,72 gN/día). El menor valor de N excretado (0.61 ± 0.09 gN/día) en el T3 (concentrado + heno de avena) puede estar relacionado con el mayor consumo de N por parte del concentrado ya que este alimento es preparado con materias primas que poseen una buena gustosidad con respecto al heno de avena, ya que además que los concentrados tienen en su composición un contenido de N que puede con mayor facilidad ser aprovechado por los cuyes (Chauca, 2018). El exceso de N excretado genera gran problema en el medio ambiente ya que estas excretas a posterior se pierden en forma de NH_3 , HNO_3 y N_2O los cuales causan acidificación, eutrofización y muchos cambios ambientales por lo cual el uso de N en la nutrición tiene que ser muy controlado (Lautrou et al., 2022). Ferket et al. (2002) mencionan que las pérdidas de N en orina se pueden modificar con el nivel de aminoácidos en la dieta, a su vez el requerimiento de



aminoácidos para mantenimiento, crecimiento u otro estado fisiológico además alrededor del 20% de N se pierde a la atmósfera como NH_3 volatizado.

El balance de N fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en la que primeramente que se observa un balance positivo para todos los tratamientos y a su vez se determina que el T2: concentrado + ryegrass italiano (1.28 ± 0.18 gN/día) fue superior en el balance de N mientras que T1: concentrado + alfalfa muestra valores inferiores (1.07 ± 0.14 gN/día) y el T3 (1.21 ± 0.17 gN/día) muestra valores similares frente a los otros tratamientos, de tal modo esto significa que el cuerpo de los cuyes que fueron alimentados con la suplementación de ryegrass italiano aprovecharon mayor cantidad de N (1.28 ± 0.18 gN/día), Kawasaki et al. (2013) al igual que Espinoza (2023) en cuyes adultos encontraron un balance de N positivo, lo cual significa que el nivel de N encontrado en las excretas (heces y orina) fue menor al N consumido, frente a ello Kawasaki et al. (2013) mencionan que en cuyes la cecotrofia puede estar relacionado en la reducción fecal y urinario de N, debido a que el tracto digestivo que en cuyes tiene un mecanismo tipo trampa mucoso, de tal manera que la mucosidad atrapa bacterias intestinales, para de esa manera transportar de forma retrógrada al ciego, lo que sugiere que el tipo de mecanismo de separación de lavado permite que las heces blandas contengan más N las cuales vuelven a ser ingeridas lo que podría sugerir también a una ayuda a obtener un mejor balance de N en los cuyes.

Se muestra que en el balance de N fue superior el T2: concentrado + ryegrass italiano (1.28 ± 0.18 gN/día) tuvo un mayor nivel de N absorbido por el animal similares a la cantidad encontrada por Espinoza (2023) que muestra un valor de 1.27 gN/día, mientras que Kawasaki et al. (2013) en cuyes adultos determinaron un balance de N de 0.36 y 0.38 gN/día, estas diferencias pueden estar relacionado con los cuyes usados y la composición química de cada una de las dietas usadas en cada investigación.

Cabe señalar que en un balance de N negativo mostraría que el alimento suministrado es inadecuado para el animal ya que el valor de N está relacionado con los niveles proteicos y de aminoácidos, de tal forma como indica Robles (2015) el realizar el balance de N en cuyes es interesante para valorar la calidad de dieta para los cuyes, ya que de lo contrario ocurriría similar a lo que reportaron Matsuno et al. (1976) en ratas Wistar machos en los cuales midió el balance de N con diferentes porcentajes de aminoácidos esenciales mostrando que el grupo de ratas que recibió 0% de aminoácidos obtuvo un balance de N negativo observándose N en las excreciones pese a recibir 0% de N.

4.4. EFICIENCIA DE RETENCIÓN DE NITRÓGENO

Los resultados de eficiencia de retención de N se muestran en la Tabla 25

Tabla 25

Eficiencia de retención de N en cuyes.

| Parámetros | T1 | T2 | T3 | P($\alpha=0.05$) |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Eficiencia de retención N (%) | 58.73±3.02 ^a | 62.17±2.63 ^a | 66.40±3.12 ^b | <.0001 |

En la Tabla 25 se observa que la eficiencia de retención de N fue significativa ($P<0.05$) en la que se muestra que el T3: concentrado + heno de avena tuvo una mejor eficiencia de retención de N (66.40±3.12 %) respecto al T1: concentrado + alfalfa (58.73±3.02 %) y T2: concentrado + ryegrass (62.17±2.63 %) en la que este parámetro mide el N total retenido en el cuerpo de los cuyes sobre la cantidad de N ingerido en su dieta, estos valores de retención se asemejan a los encontrados por Espinoza (2023) en cuyes machos con una tasa de retención de N (57.5 %) aunque la dieta usada fue un concentrado base formulado con 18% de proteína (2.88 N/g/kg MS), Kawasaki et al.



(2013) reportaron que en cuyes adultos que tuvieron como dieta concentrado comercial a los cuales se le agrego glucosa y fructo-oligosacaridos obtuvieron una retención de N inferior (glucosa: 28.3 ± 4.54 , 31.10 ± 8.39 y 32.0 ± 0.09 % N) (fructo-oligosacaridos 31.30 ± 5.75 , 40.30 ± 9.08 y 34.4 ± 8.76 % N, respecto a lo hallado en el presente estudio, cabe mencionar que los cuyes usados por (Kawasaki et al. (2013) son animales para uso de laboratorio, mientras los utilizados por Espinoza (2023) y los de este estudio son animales criados para fines de fuente de proteína animal, por lo que la mayor tasa de retención de N puede estar vinculado con este fin, en que los cuyes que se crían para la producción de carne han desarrollado una mejor capacidad para aprovechar los alimentos que se les ofrezca, ya que al cuy se le considera un animal con gran capacidad de consumo de alimento (Chauca, 1997, 2018; Vivas & Carballo, 2009).



V. CONCLUSIONES

- La determinación de N total en las dietas que estuvieron a disposición de los cuyes tuvieron una concentración total de N para: T1 (4.83 gN/kg de MS) conformado por concentrado (2.75 gN/kg de MS) más alfalfa (*Medicago sativa*) (2.08 gN/kg/MS), T2 4.83 gN/kg de MS compuesto por concentrado (2.75 gN/kg de MS) con suplementación de ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) (2.00 gN/kg/MS) y T3 (4.60 gN/kg de MS) que fue conformado por concentrado (2.75 gN/kg MS) y heno de avena (*Avena sativa*) (1.85 gN/kg de MS).
- El mejor valor de digestibilidad alcanzada en la investigación estuvo dado en el T3 que estuvo suplementada por heno de avena (*Avena sativa*) (72.88 ± 1.09 %), con menor respuesta en el T1 concentrado suplementada por alfalfa (*Medicago sativa*) (66.04 ± 0.98 %) y T2 concentrado más ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) (67.28 ± 2.06 %).
- En el balance de N para los tres tratamientos alcanzó un balance positivo, teniendo como mejor dieta experimental al T2 que estuvo conformado por concentrado suplementado con ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) (1.28 ± 0.18 gN/día), a su vez con un menor efecto sobre el balance de N fue el T1 la suplementada por alfalfa (*Medicago sativa*) (1.07 ± 0.14 gN/día) y T3 suplementada con heno de avena (*Avena sativa*) (1.21 ± 0.17 gN/día) con respuesta similar frente al T1 y T3.
- La mejor respuesta a la eficiencia de retención de N fue por el T3: concentrado + heno de avena (*Avena sativa*) (66.40 ± 3.12 %), mientras que con menor respuesta fueron dadas por el T1: concentrado + alfalfa (*Medicago sativa*) (58.73 ± 3.02 %) y T2: concentrado + ryegrass (*Lolium multiflorum*) (62.17 ± 2.63 %).



- A partir de los resultados obtenidos se concluye que el tipo de forraje suplementario T2: concentrado + ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) influye sobre el balance de N en cuyes.



VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar un estudio de balance de N usando como suplemento de forraje a la alfalfa (*Medicago sativa*), ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) y heno de avena (*Avena sativa*) con restricción de suministro de concentrado para observar mejor la dinámica del N usando este forraje.
- Se recomienda realizar el balance de N en cuyes con diferentes estados fisiológicos como crecimiento, engorde, gestación etc. para observar con mayor detalle la dinámica del N en estos cuyes respecto a los resultados encontrados en este estudio.
- Se recomienda realizar el balance de N en cuyes usando forrajes con diferentes estados fenológicos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, G. del carmen. (2015). *Digestibilidad “in vitro” de alfalfa (Medicago sativa) con la digestibilidad “in vivo” en cuyes (Cavia porcellus)* [Tesis de bachiller]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Airahuacho, F. E., & 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.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13079>
- Alarcón, C. E., & Trebejo, I. (2014). *Caracterización agroclimática de la región Cusco*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12542/453>
- Alberto, M., Savón, L., Martínez, O., Mora, L., & Macías, M. (2011). Balance y digestibilidad del nitrógeno, al utilizar la vinaza de destilería como sustituto parcial de la fuente proteica en cerdos en crecimiento-ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45, 155–157.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245010>
- Alejandro, P. A. (2016). *Evaluación de niveles de energía en dos sistemas de alimentación en reproducción de cuyes (Cavia porcellus)* [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E., & Caycedo, A. (2009). *Producción de cuyes* (Primera edición). Fondo editorial-UCSS.
- Almeida, C., Soares, A. S., Silva, A. S., Pires, E. C. F., & Portella, A. C. F. (2018). Fully Casualized Design: A Brief Literary Review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(7), 100–108.
<https://doi.org/10.22161/IJAERS.5.7.14>
- Anindo, H., Ellis, M., Braña, D., Evan, S., & Cuarón, A. J. (2015). Balance de nitrógeno, emisión de amonio y olores de cerdos alimentados con dietas bajas en proteína. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6, 119–136.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265638151002>



- ANKOM. (2023). *Operator's Manual ANKOM DELTA Fiber Analyzer*. ANKOM Technology.
- AOAC, Horwitz, W., & Latimer, G. (2010). *Official methods of analysis of AOAC international (18th ed., 2005, revision 3)*. AOAC International .
- Arias, A., Cruz, J., Pantoja, C., Contreras, J., Lopez, M., Arias, A., Cruz, J., Pantoja, C., Contreras, J., & Lopez, M. (2021). Rendimiento y calidad de Avena sativa asociada con Vicia sativa en la región puna del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I5.21339>
- Barreda, J. E., Ancco, M. R., Nuñez, A. D., Aguirre, C. E., Tejada, K., & Pacheco, G. M. (2022). Co-Digestión de tres tipos de estiércol (vaca, cuy y cerdo) para obtener biogás en el Sur del Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(3), 174–181. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.457>
- Beckie, H. J., & Jasieniuk, M. (2021). *Lolium rigidum* and *Lolium multiflorum*. In *Biology and Management of Problematic Crop Weed Species* (pp. 261–283). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822917-0.00017-3>
- Béhar, M., & Bressani, R. (1970, February 24). *Recursos Proteínicos en América Latina*.
- Bi, S., Luo, X., Zhang, C., Li, P., Yu, C., Liu, Z., & Peng, X. (2023). Fate of fertilizer nitrogen and residual nitrogen in paddy soil in Northeast China. *Journal of Integrative Agriculture*, 22(11), 3535–3548. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.06.010>
- Bleizgys, R., & Naujokienė, V. (2023). Ammonia Emissions from Cattle Manure under Variable Moisture Exchange between the Manure and the Environment. *Agronomy* 2023, Vol. 13, Page 1555, 13(6), 1555. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY13061555>
- Burga, W. P. (2018). *Evaluación del rye grass y avena forrajera en la alimentación mixta de cuyes fase crecimiento y acabado Masintranca – Chota* [Tesis bachiller, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2992>



- Buri, T. E. (2013). *Digestibilidad del raygrass (lolium perenne) en diferentes estados fenológicos para la alimentación de cobayos (cavia porcellus) en la hoya de Loja*. Universidad Nacional de Loja.
- Burkholder, J., Libra, B., Weyer, P., Heathcote, S., Kolpin, D., Thorne, P. S., & Wichman, M. (2007). Impacts of Waste from Concentrated Animal Feeding Operations on Water Quality. *Environmental Health Perspectives*, 115(2), 308–312. <https://doi.org/10.1289/ehp.8839>
- Calabrò, S., Nizza, A., Pinna, W., Cutrignelli, M. I., & Piccolo, V. (2010). Estimation of digestibility of compound diets for rabbits using the in vitro gas production technique. *World Rabbit Science*, 7(4). <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.401>
- Carter, S. D., & Kim, H. (2013). Technologies to reduce environmental impact of animal wastes associated with feeding for maximum productivity. *Animal Frontiers*, 3(3), 42–47. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0023>
- Castro, C. L. (2013). *Caracterización del comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus), en crecimiento y en reproducción, alimentados con raciones de alta densidad nutricional en la granja de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa – 2013* [Tesis de bachiller]. Universidad Católica de Santa María .
- Caycedo. (2009). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. *Universidad de Nariño*.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y Alimentación (FAO). <https://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
- Chauca, L. (2018). Nutrición y alimentación. *Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA*.
- Chauca, L. (2020). *Manual de crianza* (Primera edición). Ministerio de Agricultura y Riego. <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1077/1/Manual%20de%20Crianza%20de%20Cuyes-Versio%CC%81n%20Final.pdf>



- Cheeke, P. R. (1987). Nutrition of Guinea Pigs. In *Rabbit Feeding and Nutrition* (pp. 344–353). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-057078-5.50024-8>
- Cho, J., Yoo, J., Ahn, J., & Kim, I. (2010). Nitrogen balance and ileal nutrient digestibility in weanling pigs fed spray dried plasma protein and fermented fish meals. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23, 137–144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023450002>
- Collado, K. A. (2016). *Ganancia de peso en cuyes machos (cavia porcellus), post destete de la raza Perú, con tres tipos de alimento balanceado – mixta –testigo (alfalfa) en Abancay* [Tesis de bachiller]. Universidad Tecnológica de los Andes.
- Coppo, J. A., & Mussart, N. B. (2005). Evolución del peso e indicadores nutricionales del balance nitrogenado en sangre de vacas destetadas a los 60 y 90 días post-parto. *Agrotecnia*, 14.
- Costa, O. A. D., Ferreira, O. G. L., Silva, J. L. S. da, Fluck, A. C., Kröning, A. B., Oliveira, L. V., Coelho, R. A. T., & Brondani, W. C. (2018). Yield, structural composition and nutritive characteristics of ryegrass cultivars used to haymaking in lowland soils. *Bioscience Journal*, 1232–1238. <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n5a2018-39405>
- Dijkstra, J., Oenema, O., van Groenigen, J. W., Spek, J. W., van Vuuren, A. M., & Bannink, A. (2013). Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions. *Animal*, 7, 292–302. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000578>
- Dinuccio, E., Biagini, D., Rosato, R., Balsari, P., & Lazzaroni, C. (2019). Organic matter and nitrogen balance in rabbit fattening and gaseous emissions during manure storage and simulated land application. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 269, 30–38. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2018.09.018>
- Espinoza, A. O. (2023). *Estudio del efecto de inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa en las dietas de cuyes (Cavia porcellus) sobre su balance de nitrógeno* [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional de Loja.



- Evans, R. O., Westerman, P. W., & Overcash, M. R. (1984). Subsurface Drainage Water Quality from Land Application of Swine Lagoon Effluent. *Transactions of the ASAE*, 27(2), 473–480. <https://doi.org/10.13031/2013.32813>
- Ferket, P. R., van Heugten, E., van Kempen, T. A. T. G., & Angel, R. (2002). Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *Journal of Animal Science*, 80(E-suppl_2), E168–E182. https://doi.org/10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_2E168x
- Firkins, J. L., & Reynolds, C. (2005). Whole-animal nitrogen balance in cattle. In *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle* (pp. 167–186). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851990132.0167>
- 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>
- Frommelt, L., Bielohuby, M., Menhofer, D., Stoehr, B. J. M., Bidlingmaier, M., & Kienzle, E. (2014). Effects of low carbohydrate diets on energy and nitrogen balance and body composition in rats depend on dietary protein-to-energy ratio. *Nutrition*, 30(7–8), 863–868. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.nut.2013.11.009>
- Guevara, P., Claeys, T., & Janssens, G. P. J. (2008). Apparent digestibility in meat-type guinea pigs as determined by total collection or by internal marker. *Veterinárni Medicína*, 53(4), 203–206. <https://doi.org/10.17221/1917-VETMED>
- Gugolek, A., Strychalski, J., Konstantynowicz, M., & Zwoliński, C. (2014). Comparative analysis of nutrient digestibility and nitrogen retention in wild and farmed canids. *Annals of Animal Science*, 14(2), 307–314. <https://doi.org/10.2478/aoas-2014-0002>
- Hargaden, M., & Singer, L. (2012). Anatomy, Physiology, and Behavior. In *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents* (pp. 575–602). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00020-1>



- Hayes, M. (2020). Measuring Protein Content in Food: An Overview of Methods. *Foods* 2020, Vol. 9, Page 1340, 9(10), 1340. <https://doi.org/10.3390/FOODS9101340>
- Herrero, M. A., Gil, S. B., Flores, M. C., Sardi, G. M., & Orlando, A. A. (2006). Balances de nitrógeno y fósforo a escala predial, en sistemas lecheros pastoriles en Argentina. *InVet*, 8, 9–21.
- Hoffman, L. C., & Cawthorn, D. M. (2012). What is the role and contribution of meat from wildlife in providing high quality protein for consumption? *Animal Frontiers*, 2(4), 40–53. <https://doi.org/10.2527/af.2012-0061>
- Hristov, A. N., Hanigan, M., Cole, A., Todd, R., McAllister, T. A., Ndegwa, P. M., & Rotz, A. (2011). Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots. *Canadian Journal of Animal Science*, 91(1), 1–35. <https://doi.org/10.4141/CJAS10034/ASSET/IMAGES/CJAS10034TAB3.GIF>
- Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G., & Vílchez, C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 486–494. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- Huang, J., Duan, Y., Xu, M., Zhai, L., Zhang, X., Wang, B., Zhang, Y., Gao, S., & Sun, N. (2017). Nitrogen mobility, ammonia volatilization, and estimated leaching loss from long-term manure incorporation in red soil. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(9), 2082–2092. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61498-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61498-3)
- Huffman, R. L., & Westerman, P. W. (1995). Estimated Seepage Losses from Established Swine Waste Lagoons in the Lower Coastal Plain of North Carolina. *Transactions of the ASAE*, 38(2), 449–453. <https://doi.org/10.13031/2013.27852>
- Juan, N. A., Romero, L. A., & Bruno, O. A. (1995). *Conservación del forraje de alfalfa*. www.produccion-animal.com.ar/www.produccionbovina.com
- Ju, X.-T., Xing, G.-X., Chen, X.-P., Zhang, S.-L., Zhang, L.-J., Liu, X.-J., Cui, Z.-L., Yin, B., Christie, P., Zhu, Z.-L., & Zhang, F.-S. (2009). Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(9), 3041–3046. <https://doi.org/10.1073/pnas.0813417106>



- Kawasaki, K., Min, X., Li, X., Hasegawa, E., & Sakaguchi, E. (2015). Transfer of blood urea nitrogen to cecal microbial nitrogen is increased by fructo-oligosaccharide feeding in guinea pigs. *Animal Science Journal = Nihon Chikusan Gakkaiho*, 86(1), 77–82. <https://doi.org/10.1111/asj.12238>
- 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. <https://doi.org/10.1111/ASJ.12009>
- Kien, C. L., Wolfe, R. R., Young, V. R., & Burke, J. F. (1978). Nitrogen sparing effect of a branched-chain amino acid infusion during an acute fast in guinea pigs. *Life Sciences*, 23(2), 133–136. [https://doi.org/10.1016/0024-3205\(78\)90261-8](https://doi.org/10.1016/0024-3205(78)90261-8)
- Laforé, M., Sam Martín, F., Bojórquez, C., Arbaiza, T., & Carcelén, F. (1999). Diagnóstico alimenticio y composición química nutricional de los principales insumos de uso pecuario del valle del Mantaro. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 10(2), 74–78. <https://doi.org/10.15381/rivep.v10i2.6760>
- Lalhriatpuii, M., & Patra, A. K. (2022). Feeding rice fermented beer waste improves growth performance, nutrient digestibility and nitrogen utilization in growing rabbits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 106(1), 147–155. <https://doi.org/10.1111/jpn.13545>
- Lautrou, M., Cappelaere, L., & Létourneau Montminy, M.-P. (2022). Phosphorus and nitrogen nutrition in swine production. *Animal Frontiers*, 12(6), 23–29. <https://doi.org/10.1093/af/vfac068>
- Liu, Y., Li, Y., Peng, Z., Wang, Y., Ma, S., Guo, L., Lin, E., & Han, X. (2015). Effects of different nitrogen fertilizer management practices on wheat yields and N₂O emissions from wheat fields in North China. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(6), 1184–1191. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60867-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60867-4)
- Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J., Corfe, B., Green, M., Watson, A., Williams, E., Stevenson, E., Penson, S., & Johnstone, A. (2018). Protein for Life: Review of Optimal Protein Intake, Sustainable Dietary Sources and the Effect on Appetite in Ageing Adults. *Nutrients*, 10(3), 360. <https://doi.org/10.3390/nu10030360>



- López-Aizpún, M., Horrocks, C. A., Charteris, A. F., Marsden, K. A., Ciganda, V. S., Evans, J. R., Chadwick, D. R., & Cárdenas, L. M. (2020). Meta-analysis of global livestock urine-derived nitrous oxide emissions from agricultural soils. *Global Change Biology*, 26(4), 2002–2013. <https://doi.org/10.1111/GCB.15012>
- Mamani, J. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas -Journal of High Andean Research*, 20(4), 385–400. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.415>
- Marshall, M. W., & Womack, M. (1954). Influence of Carbohydrate, Nitrogen Source and Prior State of Nutrition on Nitrogen Balance and Liver Composition in the Adult Rat. *The Journal of Nutrition*, 52(1), 51–64. <https://doi.org/10.1093/jn/52.1.51>
- Matsuno, N., Yamaguchi, M., Saiki, R., & Tamura², E. (1976). Body weight change and nitrogen efficiencies in growing and adult rats fed diets containing various proportions of essential amino acids to total amino acids. In *J. Nutr. Sci. Vitaminol* (Vol. 22).
- Matthews, D. E., & van Goudoever, J. B. (2011). *General concepts of protein metabolism*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3479-7.10054-0>
- McCubbin, D. R., Apelberg, B. J., Roe, S., & Divita, F. (2002). Livestock Ammonia Management and Particulate-Related Health Benefits. *Environmental Science & Technology*, 36(6), 1141–1146. <https://doi.org/10.1021/es010705g>
- McGechan, M. B., Lewis, D. R., & Hooda, P. S. (2005). Modelling through-soil transport of phosphorus to surface waters from livestock agriculture at the field and catchment scale. *Science of The Total Environment*, 344(1–3), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.02.015>
- Meza, E., Orellana, J., Astuhuamán, L., & Mendoza, G. (2023). Maximización de beneficios económicos del engorde de cuyes mediante restricción alimentaria. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(5), e26374. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i5.26374>



- MIDAGRI. (2023). *Cadena productiva del cuy*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4061856/Cadena%20productiva%20de%20cuy.pdf>
- Morales, A., Carcelén, F., Ara, M., Arbaiza, T., & Chauca, L. (2011). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia Porcellus*) de la raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 22(3).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v22i3.254>
- Moreno, M., Guevara, G. E., Acosta, Z., Estévez, J. A., Ceró, A. E., Carmilema, J., Guzmán, C. K., Soto, S. A., Torres, C. S., & Guevara, R. U. (2019). Balance de energía, nitrógeno y fósforo en sistemas de ceba bovina en pastoreo. *Rev. Prod. Anim.*
- Narváez, J. P., & Delgado, J. M. (2012). Valoración de la técnica in vivo aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*cavia porcellus*). *Revista Investigación Pecuaria*, 1(1).
- Nguyen, Q. H., Than, T. T. T., Le, N. D., Le, P. D., & Fievez, V. (2020). Effect of increasing inclusion rates of tofu by-product in diets of growing pigs on nitrogen balance and ammonia emission from manure. *Animal*, 14(6), 1167–1175.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119003070>
- Nigmatyanov, A. A., Pleshkov, A. V, Fedoseeva, N. A., Konovalova, O. A., Pristach, N. V, & Kosilov, V. I. (2020). Nitrogen balance in energy-carbohydrate-fed cows. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012090>
- NRC. (1995). National Research Council (US) Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition. Nutrient Requirements of Laboratory Animal. *Washington (DC): National Academies Press (US), Dc, 1–67*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK231927/>
- Oenema, O., & Tamminga, S. (2005). Nitrogen in global animal production and management options for improving nitrogen use efficiency. *Science in China Series C Life Sciences*, 48(S2), 871–887. <https://doi.org/10.1007/BF03187126>



- Olsman, A. F. S., Huurdeman, C. M., Jansen, W. L., Haaksma, J., Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M., & Beynen, A. C. (2004). Macronutrient digestibility, nitrogen balance, plasma indicators of protein metabolism and mineral absorption in horses fed a ration rich in sugar beet pulp. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 88(9–10), 321–331. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0396.2004.00487.X>
- Ortiz, P., Florián, A., Estela, J., Rivera, M., Hobán, C., & Murga, C. (2021). Caracterización de la crianza de cuyes en tres provincias de la región Cajamarca, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(2), e20019. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20019>
- Piñeiro, A. T., Canul, J. R., Alayón, J. A., Chay, A. J., Ayala, A. J., Solorio, F. J., Aguilar, C. F., & Ku, J. C. (2017). Energy utilization, nitrogen balance and microbial protein supply in cattle fed Pennisetum purpureum and condensed tannins. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(1), 159–169. <https://doi.org/10.1111/JPN.12436>
- Pinotti, L., Luciano, A., Ottoboni, M., Manoni, M., Ferrari, L., Marchis, D., & Tretola, M. (2021). Recycling food leftovers in feed as opportunity to increase the sustainability of livestock production. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 294). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126290>
- Pritt, S. (2012). Taxonomy and History. In *The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents* (pp. 563–574). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380920-9.00019-5>
- Pupim, L. B., Martin, C. J., & Ikizler, T. A. (2013). Assessment of protein and energy nutritional status. In *Nutritional Management of Renal Disease* (pp. 137–158). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391934-2.00010-2>
- Purwin, C., Gugolek, A., Strychalski, J., & Fijałkowska, M. (2019). Productivity, Nutrient Digestibility, Nitrogen Retention, and Meat Quality in Rabbits Fed Diets Supplemented with *Sida hermaphrodita*. *Animals*, 9(11), 901. <https://doi.org/10.3390/ANI9110901>



- Quesquén, D. (2019). *Evaluación del consumo de agua en cuyes de engorde (Cavia porcellus), alimentados a base de concentrado y mantenidos en diferentes densidades de crianza* [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ravishankara, A. R., Daniel, J. S., & Portmann, R. W. (2009). Nitrous oxide (N₂O): The dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st Century. *Science*, 326(5949), 123–125. <https://doi.org/10.1126/science.1176985>
- Robles, J. C. (2015). *Concentración de nitrógeno en la alimentación y estiércol en cuyes destetados del centro de producción e investigación Kotosh - Huánuco* [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Rocha, T. C., Fontes, C. A. de A., da Silva, R. T. S., Processi, E. F., do Valle, F. R. A. F., Lombardi, C. T., Oliveira, R. L., & Bezerra, L. R. (2016). Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*, 48(3), 673–681. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0991-4>
- Rodrigo, N. T., Flores, H., Ramos, R., & Cárdenas, L. A. (2020). Perfil bioquímico renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina* sp). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 31(4). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I4.19249>
- Romero, J. R. (2021). *Determinación de metano en cuyes (Cavia porcellus) bajo una alimentación con forrajes (alfalfa y avena) en altura* [Tesis de bachiller]. Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Sahoo, P. K., Kim, K., & Powell, M. A. (2016). Managing Groundwater Nitrate Contamination from Livestock Farms: Implication for Nitrate Management Guidelines. *Current Pollution Reports*, 2(3), 178–187. <https://doi.org/10.1007/S40726-016-0033-5/TABLES/6>
- Sakaguchi, E., Itoh, H., Kohno, T., Ohshima, S., & Mizutani, K. (1997). Fiber Digestion and Weight Gain in Guinea Pigs Fed Diets Containing Different Fiber Sources. *Experimental Animals*, 46(4), 297–302. <https://doi.org/10.1538/expanim.46.297>



- Sánchez, M., Carcelén, F., Ara, M., Gonzáles, R., Quevedo, W., & Jiménez, R. (2014). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 25(3), 381–389. <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i3.10116>
- Sarria, J. A., Cantaro, J. L., & Cayetano, J. L. (2020). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1–13. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437
- Schiller, E. L. (1977). *Relationships among selected dietary components and plasma transaminase activities in adult miniature swine and guinea pigs and indices of nitrogen status in adult guinea pigs*. University of Missouri-Columbia.
- Selbie, D. R., Buckthought, L. E., & Shepherd, M. A. (2015). The Challenge of the Urine Patch for Managing Nitrogen in Grazed Pasture Systems. *Advances in Agronomy*, 129, 229–292. <https://doi.org/10.1016/BS.AGRON.2014.09.004>
- Shimada, A. (2015). *Nutrición Animal* (Tercera edición). Editorial Trillas.
- Smith, K. (2010). *Nitrous oxide and climate change* (First). Editorial Earthscan.
- Spanghero, M., & Kowalski, Z. M. (2021). Updating analysis of nitrogen balance experiments in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7725–7737. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-19656>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D’Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., de Vries, W., Vermeulen, S. J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., ... Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519–525. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Stein, L. Y., & Klotz, M. G. (2016). The nitrogen cycle. *Current Biology*, 26(3), R94–R98. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.021>
- Tamminga, S., Schulze, H., Van Bruchem, J., & Huisman, J. (1995). The nutritional significance of endogenous n-losses along the gastrointestinal tract of farm



- animals. *Archiv Für Tierernaehrung*, 48(1–2), 9–22.
<https://doi.org/10.1080/17450399509381824>
- Torres, A., Vergara, V., & Chauca, L. (2006). Evaluación de dos niveles de energía y de proteína en el concentrado de crecimiento para cuyes machos. *Universidad Agraria La Molina*.
- Tsukahara, T., & Ushida, K. (2000). Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 127(2), 139–146.
[https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(00\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00244-0)
- Usca, J. E., Flores, L. G., Tello, L. A., & Navarro, N. M. (2022). *Manejo general en la cría del cuy*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
<http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2022-04-05-161827-Manejo%20general%20en%20la%20cria%20del%20cuy.pdf>
- Vallejos, L. A., Alvarez, W. Y., Paredes, M. E., Pinares, C., Bustíos, J. C., Vásquez, H., & García, R. (2020). Comportamiento productivo y valor nutricional de 22 genotipos de raigrás (*Lolium spp.*) en tres pisos altoandinos del norte de Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 537–545.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.09>
- Valverde, P. I., Trujillo, J. V., Díaz, H., & Toalombo, P. A. (2021). Alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) con pastos y forrajes de clima tropical en Pastaza – Ecuador bajo un sistema de crianza piramidal. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA*, 16, 59–66.
- Van der Hoek, K. W. (1998). Nitrogen efficiency in global animal production. *Environmental Pollution*, 102(1), 127–132.
[https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(98\)80025-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(98)80025-0)
- van der Peet-Schwering, C. M. C., Jongbloed, A. W., & Aarnink, A. J. A. (1999). Nitrogen and phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production: The Netherlands. *Livestock Production Science*, 58(3), 213–224.
[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00010-X)



- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. *Universidad Agraria La Molina*.
- Vivas, J. A., & Carballo, D. (2009). *Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*.
- Wattiaux, M. A., Uddin, M. E., Letelier, P., Jackson, R. D., & Larson, R. A. (2019). Invited Review: Emission and mitigation of greenhouse gases from dairy farms: The cow, the manure, and the field. *Applied Animal Science*, 35(2), 238–254. <https://doi.org/10.15232/AAS.2018-01803>
- Wolf, P., Cappai, M. G., & Kamphues, J. (2020). Water consumption in small mammals (dwarf rabbits, Guinea pigs and chinchillas): New data about possible influencing factors. *Research in Veterinary Science*, 133, 146–149. <https://doi.org/10.1016/J.RVSC.2020.08.010>
- Zhang, Q., Wang, B., Hu, N., Bao, N., Pan, L., Zhao, Y., & Qin, G. (2022). Relationship between dietary amino acid release kinetics and nitrogen deposition in growing pigs. *Animal Nutrition*, 9, 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.01.001>

ANEXOS

ANEXO 1 Panel fotográfico

Figura 3

Muestreo y pesaje de animales



Figura 4

Animales en las jaulas metabólicas individuales



Figura 5.

Pesaje de alfalfa



Figura 6

Pesaje de ryegrass



Figura 7

Pesaje de concentrado y heno de avena



Figura 8

Procesamiento de MS de los alimentos



Figura 9

Suministro de agua y alimentos



Figura 10

Colección de alimento rechazado



Figura 11

Heces y orina colectadas



Figura 12

Colección de alimento rechazado



Figura 13

Pesaje de alimento rechazado



Figura 14

Muestras de orina para congelar



Figura 15

Muestra de heces para realizar MS



Figura 16

Muestras de heces molidas para congelar



ANEXO 2 Registro de consumo de alimento y N del T1

| Día de colección | Animal | REGISTRO DE CONSUMO DE ALIMENTO Y N DEL T1 (BASE SECA) | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|------------------|---------|--------------------|---------|
| | | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N | |
| | | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa |
| DÍA 1 | 1 | 46,37 | 26,35 | 27,23 | 1,06 | 7,96 | 3,42 | 1,27 | 0,55 | 1,82 | 1,82 |
| | 2 | 54,45 | 26,64 | 19,15 | 0,77 | 9,34 | 3,46 | 1,49 | 0,55 | 2,05 | 2,05 |
| | 3 | 33,14 | 24,24 | 40,46 | 3,17 | 5,69 | 3,15 | 0,91 | 0,50 | 1,41 | 1,41 |
| | 4 | 52,11 | 26,18 | 21,49 | 1,23 | 8,94 | 3,40 | 1,43 | 0,54 | 1,97 | 1,97 |
| | 5 | 46,38 | 19,72 | 27,22 | 7,69 | 7,96 | 2,56 | 1,27 | 0,41 | 1,68 | 1,68 |
| | 6 | 48,19 | 23,91 | 25,40 | 3,50 | 8,27 | 3,10 | 1,32 | 0,50 | 1,82 | 1,82 |
| | 7 | 40,23 | 23,61 | 33,36 | 3,80 | 6,90 | 3,06 | 1,10 | 0,49 | 1,59 | 1,59 |
| | 8 | 41,82 | 22,33 | 31,77 | 5,08 | 7,18 | 2,90 | 1,15 | 0,46 | 1,61 | 1,61 |
| | 9 | 35,53 | 26,07 | 38,06 | 1,33 | 6,10 | 3,38 | 0,98 | 0,54 | 1,52 | 1,52 |
| | 10 | 36,99 | 25,69 | 36,60 | 1,72 | 6,35 | 3,33 | 1,02 | 0,53 | 1,55 | 1,55 |
| DÍA 2 | 1 | 48,28 | 26,47 | 25,31 | 0,94 | 8,29 | 3,44 | 1,33 | 0,55 | 1,88 | 1,88 |
| | 2 | 66,23 | 26,41 | 7,36 | 1,00 | 11,37 | 3,43 | 1,82 | 0,55 | 2,37 | 2,37 |
| | 3 | 47,37 | 25,93 | 26,22 | 1,48 | 8,13 | 3,37 | 1,30 | 0,54 | 1,84 | 1,84 |
| | 4 | 49,43 | 26,50 | 24,17 | 0,90 | 8,48 | 3,44 | 1,36 | 0,55 | 1,91 | 1,91 |
| | 5 | 51,63 | 22,56 | 21,96 | 4,85 | 8,86 | 2,93 | 1,42 | 0,47 | 1,89 | 1,89 |
| | 6 | 49,14 | 26,67 | 24,46 | 0,74 | 8,43 | 3,46 | 1,35 | 0,55 | 1,90 | 1,90 |
| | 7 | 51,73 | 24,36 | 21,87 | 3,05 | 8,88 | 3,16 | 1,42 | 0,51 | 1,93 | 1,93 |
| | 8 | 44,61 | 25,65 | 28,98 | 1,76 | 7,66 | 3,33 | 1,22 | 0,53 | 1,76 | 1,76 |
| | 9 | 39,20 | 24,70 | 34,39 | 2,70 | 6,73 | 3,21 | 1,08 | 0,51 | 1,59 | 1,59 |
| | 10 | 39,69 | 25,48 | 33,90 | 1,92 | 6,81 | 3,31 | 1,09 | 0,53 | 1,62 | 1,62 |
| DÍA 3 | 1 | 48,56 | 29,80 | 25,03 | 1,31 | 8,33 | 3,87 | 1,33 | 0,62 | 1,95 | 1,95 |
| | 2 | 55,54 | 29,78 | 18,06 | 1,33 | 9,53 | 3,87 | 1,52 | 0,62 | 2,14 | 2,14 |
| | 3 | 43,15 | 27,04 | 30,44 | 4,08 | 7,41 | 3,51 | 1,18 | 0,56 | 1,75 | 1,75 |
| | 4 | 53,76 | 30,08 | 19,83 | 1,03 | 9,23 | 3,90 | 1,48 | 0,62 | 2,10 | 2,10 |
| | 5 | 49,46 | 22,08 | 24,13 | 9,04 | 8,49 | 2,87 | 1,36 | 0,46 | 1,82 | 1,82 |
| | 6 | 41,38 | 22,67 | 32,21 | 8,45 | 7,10 | 2,94 | 1,14 | 0,47 | 1,61 | 1,61 |
| | 7 | 45,23 | 22,72 | 28,36 | 8,40 | 7,76 | 2,95 | 1,24 | 0,47 | 1,71 | 1,71 |
| | 8 | 35,61 | 22,53 | 37,98 | 8,59 | 6,11 | 2,92 | 0,98 | 0,47 | 1,45 | 1,45 |
| | 9 | 49,58 | 27,01 | 24,02 | 4,10 | 8,51 | 3,51 | 1,36 | 0,56 | 1,92 | 1,92 |
| | 10 | 39,28 | 27,89 | 34,32 | 3,23 | 6,74 | 3,62 | 1,08 | 0,58 | 1,66 | 1,66 |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N |
|------------------|--------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|------------------|---------|--------------------|
| | | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | |
| DÍA 4 | 1 | 40,79 | 30,94 | 32,81 | 0,18 | 7,00 | 4,02 | 1,12 | 0,64 | 1,76 |
| | 2 | 57,59 | 30,99 | 16,01 | 0,12 | 9,88 | 4,02 | 1,58 | 0,64 | 2,22 |
| | 3 | 45,00 | 30,96 | 28,60 | 0,15 | 7,72 | 4,02 | 1,24 | 0,64 | 1,88 |
| | 4 | 52,19 | 30,41 | 21,41 | 0,71 | 8,96 | 3,95 | 1,43 | 0,63 | 2,06 |
| | 5 | 47,19 | 30,23 | 26,41 | 0,88 | 8,10 | 3,92 | 1,30 | 0,63 | 1,92 |
| | 6 | 44,79 | 30,95 | 28,80 | 0,17 | 7,69 | 4,02 | 1,23 | 0,64 | 1,87 |
| | 7 | 40,37 | 29,99 | 33,23 | 1,13 | 6,93 | 3,89 | 1,11 | 0,62 | 1,73 |
| | 8 | 38,50 | 30,99 | 35,09 | 0,13 | 6,61 | 4,02 | 1,06 | 0,64 | 1,70 |
| | 9 | 43,24 | 30,38 | 30,35 | 0,73 | 7,42 | 3,94 | 1,19 | 0,63 | 1,82 |
| | 10 | 37,66 | 30,59 | 35,94 | 0,53 | 6,46 | 3,97 | 1,03 | 0,64 | 1,67 |
| DÍA 5 | 1 | 46,14 | 30,41 | 27,45 | 0,28 | 7,92 | 3,95 | 1,27 | 0,63 | 1,90 |
| | 2 | 46,46 | 30,37 | 27,14 | 0,31 | 7,97 | 3,94 | 1,28 | 0,63 | 1,91 |
| | 3 | 43,92 | 29,63 | 29,68 | 1,05 | 7,54 | 3,85 | 1,21 | 0,62 | 1,82 |
| | 4 | 54,01 | 29,36 | 19,58 | 1,33 | 9,27 | 3,81 | 1,48 | 0,61 | 2,09 |
| | 5 | 47,96 | 28,81 | 25,64 | 1,87 | 8,23 | 3,74 | 1,32 | 0,60 | 1,92 |
| | 6 | 48,68 | 30,59 | 24,92 | 0,09 | 8,35 | 3,97 | 1,34 | 0,64 | 1,97 |
| | 7 | 45,31 | 27,76 | 28,28 | 2,93 | 7,78 | 3,60 | 1,24 | 0,58 | 1,82 |
| | 8 | 30,33 | 29,74 | 43,26 | 0,94 | 5,21 | 3,86 | 0,83 | 0,62 | 1,45 |
| | 9 | 38,39 | 30,06 | 35,21 | 0,62 | 6,59 | 3,90 | 1,05 | 0,62 | 1,68 |
| | 10 | 39,27 | 29,18 | 34,33 | 1,50 | 6,74 | 3,79 | 1,08 | 0,61 | 1,68 |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | |
|------------------|--------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|------------------|---------|------|
| | | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | |
| DÍA 6 | 1 | 43,23 | 29,96 | 30,37 | 0,72 | 7,42 | 3,89 | 1,19 | 0,62 | 1,81 |
| | 2 | 51,45 | 29,95 | 22,14 | 0,73 | 8,83 | 3,89 | 1,41 | 0,62 | 2,03 |
| | 3 | 50,84 | 29,26 | 22,76 | 1,43 | 8,72 | 3,80 | 1,40 | 0,61 | 2,00 |
| | 4 | 54,15 | 29,51 | 19,44 | 1,17 | 9,29 | 3,83 | 1,49 | 0,61 | 2,10 |
| | 5 | 41,53 | 27,17 | 32,06 | 3,52 | 7,13 | 3,53 | 1,14 | 0,56 | 1,70 |
| | 6 | 45,44 | 30,22 | 28,15 | 0,47 | 7,80 | 3,92 | 1,25 | 0,63 | 1,88 |
| | 7 | 46,32 | 25,91 | 27,27 | 4,77 | 7,95 | 3,36 | 1,27 | 0,54 | 1,81 |
| | 8 | 35,39 | 29,03 | 38,21 | 1,65 | 6,07 | 3,77 | 0,97 | 0,60 | 1,57 |
| | 9 | 41,30 | 28,92 | 32,29 | 1,76 | 7,09 | 3,75 | 1,13 | 0,60 | 1,73 |
| | 10 | 41,37 | 29,79 | 32,22 | 0,89 | 7,10 | 3,87 | 1,14 | 0,62 | 1,75 |
| DÍA 7 | 1 | 40,46 | 28,17 | 33,14 | 2,51 | 6,94 | 3,66 | 1,11 | 0,59 | 1,70 |
| | 2 | 49,74 | 29,15 | 23,85 | 1,53 | 8,54 | 3,78 | 1,37 | 0,61 | 1,97 |
| | 3 | 54,83 | 27,13 | 18,76 | 3,55 | 9,41 | 3,52 | 1,51 | 0,56 | 2,07 |
| | 4 | 56,02 | 28,74 | 17,57 | 1,94 | 9,61 | 3,73 | 1,54 | 0,60 | 2,14 |
| | 5 | 54,42 | 25,49 | 19,17 | 5,19 | 9,34 | 3,31 | 1,49 | 0,53 | 2,02 |
| | 6 | 51,44 | 23,45 | 22,15 | 7,24 | 8,83 | 3,04 | 1,41 | 0,49 | 1,90 |
| | 7 | 44,76 | 24,66 | 28,84 | 6,02 | 7,68 | 3,20 | 1,23 | 0,51 | 1,74 |
| | 8 | 33,42 | 25,16 | 40,18 | 5,52 | 5,73 | 3,27 | 0,92 | 0,52 | 1,44 |
| | 9 | 48,60 | 27,15 | 25,00 | 3,53 | 8,34 | 3,52 | 1,33 | 0,56 | 1,90 |
| | 10 | 40,04 | 27,96 | 33,55 | 2,72 | 6,87 | 3,63 | 1,10 | 0,58 | 1,68 |

ANEXO 3 Consumo de alimento y N del T2

| REGISTRO DE CONSUMO DE ALIMENTO Y N DEL T2 (BASESECA) | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------|----------|--------------------|----------|--|
| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N | | |
| | | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | |
| DÍA 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 54,92 | 38,97 | 17,65 | 0,76 | 9,42 | 4,87 | 1,51 | 0,78 | | 2,29 | |
| | 2 | 55,89 | 31,89 | 16,68 | 7,84 | 9,59 | 3,98 | 1,53 | 0,64 | | 2,17 | |
| | 3 | 38,06 | 38,67 | 34,51 | 1,06 | 6,53 | 4,83 | 1,05 | 0,77 | | 1,82 | |
| | 4 | 42,38 | 38,60 | 30,19 | 1,12 | 7,27 | 4,82 | 1,16 | 0,77 | | 1,94 | |
| | 5 | 50,78 | 39,20 | 21,78 | 0,52 | 8,71 | 4,90 | 1,39 | 0,78 | | 2,18 | |
| | 6 | 46,56 | 39,09 | 26,00 | 0,64 | 7,99 | 4,88 | 1,28 | 0,78 | | 2,06 | |
| | 7 | 29,81 | 39,21 | 42,76 | 0,52 | 5,12 | 4,90 | 0,82 | 0,78 | | 1,60 | |
| | 8 | 33,63 | 31,42 | 38,94 | 8,31 | 5,77 | 3,92 | 0,92 | 0,63 | | 1,55 | |
| | 9 | 27,49 | 31,17 | 45,08 | 8,56 | 4,72 | 3,89 | 0,75 | 0,62 | | 1,38 | |
| | 10 | 63,30 | 38,88 | 9,27 | 0,85 | 10,86 | 4,86 | 1,74 | 0,78 | | 2,51 | |
| DÍA 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 60,03 | 38,64 | 12,53 | 1,09 | 10,30 | 4,83 | 1,65 | 0,77 | | 2,42 | |
| | 2 | 49,52 | 32,96 | 23,05 | 6,77 | 8,50 | 4,12 | 1,36 | 0,66 | | 2,02 | |
| | 3 | 47,31 | 39,30 | 25,26 | 0,43 | 8,12 | 4,91 | 1,30 | 0,79 | | 2,08 | |
| | 4 | 49,16 | 38,40 | 23,41 | 1,33 | 8,44 | 4,80 | 1,35 | 0,77 | | 2,12 | |
| | 5 | 68,32 | 39,00 | 4,25 | 0,73 | 11,72 | 4,87 | 1,88 | 0,78 | | 2,66 | |
| | 6 | 46,19 | 38,49 | 26,38 | 1,24 | 7,93 | 4,81 | 1,27 | 0,77 | | 2,04 | |
| | 7 | 43,96 | 38,93 | 28,60 | 0,80 | 7,54 | 4,86 | 1,21 | 0,78 | | 1,99 | |
| | 8 | 51,50 | 38,17 | 21,06 | 1,55 | 8,84 | 4,77 | 1,41 | 0,76 | | 2,18 | |
| | 9 | 35,04 | 39,23 | 37,53 | 0,49 | 6,01 | 4,90 | 0,96 | 0,78 | | 1,75 | |
| | 10 | 63,82 | 39,32 | 8,75 | 0,40 | 10,95 | 4,91 | 1,75 | 0,79 | | 2,54 | |
| DÍA 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 49,75 | 38,51 | 22,82 | 2,66 | 8,54 | 4,81 | 1,37 | 0,77 | | 2,14 | |
| | 2 | 63,69 | 29,00 | 8,88 | 12,17 | 10,93 | 3,62 | 1,75 | 0,58 | | 2,33 | |
| | 3 | 45,23 | 39,16 | 27,34 | 2,01 | 7,76 | 4,89 | 1,24 | 0,78 | | 2,02 | |
| | 4 | 53,74 | 36,56 | 18,83 | 4,61 | 9,22 | 4,57 | 1,48 | 0,73 | | 2,21 | |
| | 5 | 52,49 | 40,69 | 20,08 | 0,47 | 9,01 | 5,08 | 1,44 | 0,81 | | 2,25 | |
| | 6 | 44,68 | 40,02 | 27,88 | 1,14 | 7,67 | 5,00 | 1,23 | 0,80 | | 2,03 | |
| | 7 | 32,80 | 40,24 | 39,77 | 0,93 | 5,63 | 5,03 | 0,90 | 0,80 | | 1,70 | |
| | 8 | 40,99 | 36,69 | 31,57 | 4,48 | 7,03 | 4,58 | 1,13 | 0,73 | | 1,86 | |
| | 9 | 34,21 | 38,67 | 38,36 | 2,50 | 5,87 | 4,83 | 0,94 | 0,77 | | 1,71 | |
| | 10 | 58,18 | 40,19 | 14,39 | 0,98 | 9,98 | 5,02 | 1,60 | 0,80 | | 2,40 | |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N |
|------------------|--------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------|----------|--------------------|
| | | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | |
| DÍA 4 | | | | | | | | | | |
| | 1 | 41,57 | 39,06 | 31,00 | 2,11 | 7,13 | 4,88 | 1,14 | 0,78 | 1,92 |
| | 2 | 46,56 | 32,24 | 26,00 | 8,93 | 7,99 | 4,03 | 1,28 | 0,64 | 1,92 |
| | 3 | 42,49 | 40,54 | 30,08 | 0,63 | 7,29 | 5,06 | 1,17 | 0,81 | 1,98 |
| | 4 | 42,72 | 39,52 | 29,85 | 1,65 | 7,33 | 4,94 | 1,17 | 0,79 | 1,96 |
| | 5 | 60,29 | 40,44 | 12,28 | 0,72 | 10,35 | 5,05 | 1,66 | 0,81 | 2,46 |
| | 6 | 44,38 | 40,00 | 28,19 | 1,17 | 7,62 | 5,00 | 1,22 | 0,80 | 2,02 |
| | 7 | 34,43 | 40,46 | 38,14 | 0,71 | 5,91 | 5,05 | 0,95 | 0,81 | 1,75 |
| | 8 | 31,48 | 35,57 | 41,08 | 5,59 | 5,40 | 4,44 | 0,86 | 0,71 | 1,58 |
| | 9 | 30,94 | 36,57 | 41,62 | 4,60 | 5,31 | 4,57 | 0,85 | 0,73 | 1,58 |
| | 10 | 63,44 | 40,67 | 9,12 | 0,50 | 10,89 | 5,08 | 1,74 | 0,81 | 2,55 |
| DÍA 5 | | | | | | | | | | |
| | 1 | 51,37 | 39,39 | 21,20 | 2,10 | 8,82 | 4,92 | 1,41 | 0,79 | 2,20 |
| | 2 | 51,59 | 34,38 | 20,98 | 7,11 | 8,85 | 4,29 | 1,42 | 0,69 | 2,10 |
| | 3 | 48,68 | 40,44 | 23,89 | 1,04 | 8,35 | 5,05 | 1,34 | 0,81 | 2,14 |
| | 4 | 50,58 | 38,11 | 21,99 | 3,37 | 8,68 | 4,76 | 1,39 | 0,76 | 2,15 |
| | 5 | 55,82 | 38,91 | 16,75 | 2,57 | 9,58 | 4,86 | 1,53 | 0,78 | 2,31 |
| | 6 | 48,14 | 40,75 | 24,43 | 0,74 | 8,26 | 5,09 | 1,32 | 0,81 | 2,14 |
| | 7 | 43,97 | 40,53 | 28,60 | 0,95 | 7,55 | 5,06 | 1,21 | 0,81 | 2,02 |
| | 8 | 45,93 | 36,16 | 26,63 | 5,32 | 7,88 | 4,52 | 1,26 | 0,72 | 1,98 |
| | 9 | 34,56 | 39,74 | 38,01 | 1,75 | 5,93 | 4,96 | 0,95 | 0,79 | 1,74 |
| | 10 | 63,91 | 39,84 | 8,66 | 1,65 | 10,97 | 4,98 | 1,75 | 0,80 | 2,55 |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | |
|------------------|--------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|------------------|----------|
| | | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass |
| DÍA 6 | | | | | | | | | |
| | 1 | 54,64 | 39,44 | 17,92 | 2,04 | 9,38 | 4,93 | 1,50 | 0,79 |
| | 2 | 55,46 | 31,20 | 17,11 | 10,29 | 9,52 | 3,90 | 1,52 | 0,62 |
| | 3 | 40,06 | 41,38 | 32,51 | 0,11 | 6,87 | 5,17 | 1,10 | 0,83 |
| | 4 | 44,65 | 40,93 | 27,92 | 0,56 | 7,66 | 5,11 | 1,23 | 0,82 |
| | 5 | 60,03 | 40,94 | 12,53 | 0,55 | 10,30 | 5,11 | 1,65 | 0,82 |
| | 6 | 43,47 | 40,59 | 29,10 | 0,90 | 7,46 | 5,07 | 1,19 | 0,81 |
| | 7 | 46,67 | 40,81 | 25,90 | 0,68 | 8,01 | 5,10 | 1,28 | 0,82 |
| | 8 | 46,29 | 34,14 | 26,28 | 7,35 | 7,94 | 4,26 | 1,27 | 0,68 |
| | 9 | 38,41 | 37,09 | 34,16 | 4,40 | 6,59 | 4,63 | 1,05 | 0,74 |
| | 10 | 64,42 | 40,75 | 8,15 | 0,74 | 11,05 | 5,09 | 1,77 | 0,81 |
| DÍA 7 | | | | | | | | | |
| | 1 | 47,33 | 37,12 | 25,24 | 4,36 | 8,12 | 4,64 | 1,30 | 0,74 |
| | 2 | 58,42 | 27,87 | 14,15 | 13,61 | 10,02 | 3,48 | 1,60 | 0,56 |
| | 3 | 36,55 | 38,69 | 36,02 | 2,80 | 6,27 | 4,83 | 1,00 | 0,77 |
| | 4 | 44,37 | 33,83 | 28,20 | 7,66 | 7,61 | 4,23 | 1,22 | 0,68 |
| | 5 | 53,28 | 40,88 | 19,29 | 0,61 | 9,14 | 5,11 | 1,46 | 0,82 |
| | 6 | 46,28 | 39,71 | 26,29 | 1,78 | 7,94 | 4,96 | 1,27 | 0,79 |
| | 7 | 40,69 | 38,87 | 31,88 | 2,61 | 6,98 | 4,86 | 1,12 | 0,78 |
| | 8 | 46,29 | 28,57 | 26,28 | 12,91 | 7,94 | 3,57 | 1,27 | 0,57 |
| | 9 | 23,12 | 35,75 | 49,44 | 5,74 | 3,97 | 4,47 | 0,63 | 0,71 |
| | 10 | 60,80 | 39,62 | 11,77 | 1,87 | 10,43 | 4,95 | 1,67 | 0,79 |

ANEXO 4 Consumo de alimento y N del T3

| REGISTRO DE CONSUMO DE ALIMENTO Y N DEL T3 (BASE SECA) | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|------------------|---------------|--------------------|---------------|--|
| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N | | |
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | |
| DÍA 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 56,87 | 0,75 | 41,77 | 6,88 | 9,76 | 0,09 | 1,56 | 0,01 | 1,58 | | |
| | 2 | 72,40 | 3,86 | 26,24 | 3,77 | 12,42 | 0,45 | 1,99 | 0,07 | 2,06 | | |
| | 3 | 54,34 | 5,75 | 44,30 | 1,88 | 9,32 | 0,67 | 1,49 | 0,11 | 1,60 | | |
| | 4 | 64,21 | 1,73 | 34,43 | 5,90 | 11,02 | 0,20 | 1,76 | 0,03 | 1,79 | | |
| | 5 | 57,90 | 3,77 | 40,73 | 3,86 | 9,94 | 0,44 | 1,59 | 0,07 | 1,66 | | |
| | 6 | 65,63 | 1,91 | 33,00 | 5,72 | 11,26 | 0,22 | 1,80 | 0,04 | 1,84 | | |
| | 7 | 44,47 | 3,62 | 54,17 | 4,01 | 7,63 | 0,42 | 1,22 | 0,07 | 1,29 | | |
| | 8 | 50,59 | 1,38 | 48,05 | 6,25 | 8,68 | 0,16 | 1,39 | 0,03 | 1,41 | | |
| | 9 | 55,21 | 2,09 | 43,42 | 5,54 | 9,47 | 0,24 | 1,52 | 0,04 | 1,55 | | |
| | 10 | 73,40 | 4,55 | 25,24 | 3,08 | 12,59 | 0,53 | 2,02 | 0,08 | 2,10 | | |
| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N | | |
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | |
| DÍA 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 70,44 | 2,85 | 28,20 | 4,78 | 12,09 | 0,33 | 1,93 | 0,05 | 1,99 | | |
| | 2 | 76,40 | 3,79 | 22,23 | 3,84 | 13,11 | 0,44 | 2,10 | 0,07 | 2,17 | | |
| | 3 | 58,95 | 6,00 | 39,69 | 1,63 | 10,12 | 0,69 | 1,62 | 0,11 | 1,73 | | |
| | 4 | 76,53 | 1,38 | 22,11 | 6,25 | 13,13 | 0,16 | 2,10 | 0,03 | 2,13 | | |
| | 5 | 62,83 | 4,34 | 35,80 | 3,29 | 10,78 | 0,50 | 1,73 | 0,08 | 1,81 | | |
| | 6 | 64,30 | 3,54 | 34,34 | 4,09 | 11,03 | 0,41 | 1,77 | 0,07 | 1,83 | | |
| | 7 | 58,50 | 1,20 | 40,14 | 6,43 | 10,04 | 0,14 | 1,61 | 0,02 | 1,63 | | |
| | 8 | 50,19 | 2,60 | 48,45 | 5,03 | 8,61 | 0,30 | 1,38 | 0,05 | 1,43 | | |
| | 9 | 64,97 | 4,71 | 33,66 | 2,92 | 11,15 | 0,54 | 1,78 | 0,09 | 1,87 | | |
| | 10 | 67,75 | 5,44 | 30,89 | 2,19 | 11,63 | 0,63 | 1,86 | 0,10 | 1,96 | | |
| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N | | |
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | |
| DÍA 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 73,11 | 3,09 | 25,53 | 4,54 | 12,55 | 0,36 | 2,01 | 0,06 | 2,06 | | |
| | 2 | 76,58 | 3,31 | 22,05 | 4,32 | 13,14 | 0,38 | 2,10 | 0,06 | 2,16 | | |
| | 3 | 59,10 | 6,21 | 39,54 | 1,42 | 10,14 | 0,72 | 1,62 | 0,11 | 1,74 | | |
| | 4 | 65,51 | 3,14 | 33,13 | 4,49 | 11,24 | 0,36 | 1,80 | 0,06 | 1,86 | | |
| | 5 | 59,69 | 5,18 | 38,94 | 2,45 | 10,24 | 0,60 | 1,64 | 0,10 | 1,73 | | |
| | 6 | 60,77 | 1,21 | 37,86 | 6,42 | 10,43 | 0,14 | 1,67 | 0,02 | 1,69 | | |
| | 7 | 50,21 | 3,84 | 48,43 | 3,79 | 8,62 | 0,44 | 1,38 | 0,07 | 1,45 | | |
| | 8 | 58,84 | 3,01 | 39,80 | 4,62 | 10,10 | 0,35 | 1,62 | 0,06 | 1,67 | | |
| | 9 | 69,97 | 5,01 | 28,67 | 2,62 | 12,01 | 0,58 | 1,92 | 0,09 | 2,01 | | |
| | 10 | 67,24 | 4,78 | 31,39 | 2,85 | 11,54 | 0,55 | 1,85 | 0,09 | 1,93 | | |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N |
|------------------|--------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|------------------|---------------|--------------------|
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | |
| DÍA 4 | 1 | 71,81 | 4,12 | 26,82 | 3,51 | 12,32 | 0,48 | 1,97 | 0,08 | 2,05 |
| | 2 | 77,82 | 4,49 | 20,81 | 3,14 | 13,35 | 0,52 | 2,14 | 0,08 | 2,22 |
| | 3 | 63,56 | 5,53 | 35,07 | 2,10 | 10,91 | 0,64 | 1,75 | 0,10 | 1,85 |
| | 4 | 72,69 | 3,20 | 25,95 | 4,43 | 12,47 | 0,37 | 2,00 | 0,06 | 2,05 |
| | 5 | 63,89 | 4,89 | 34,75 | 2,74 | 10,96 | 0,57 | 1,75 | 0,09 | 1,84 |
| | 6 | 65,00 | 2,83 | 33,63 | 4,80 | 11,15 | 0,33 | 1,78 | 0,05 | 1,84 |
| | 7 | 49,63 | 4,60 | 49,00 | 3,03 | 8,52 | 0,53 | 1,36 | 0,09 | 1,45 |
| | 8 | 52,62 | 1,41 | 46,02 | 6,22 | 9,03 | 0,16 | 1,44 | 0,03 | 1,47 |
| | 9 | 74,27 | 4,30 | 24,37 | 3,33 | 12,74 | 0,50 | 2,04 | 0,08 | 2,12 |
| | 10 | 73,38 | 4,94 | 25,26 | 2,69 | 12,59 | 0,57 | 2,01 | 0,09 | 2,11 |
| DÍA 5 | 1 | 68,96 | 2,46 | 29,68 | 5,17 | 11,83 | 0,28 | 1,89 | 0,05 | 1,94 |
| | 2 | 68,49 | 4,39 | 30,14 | 3,24 | 11,75 | 0,51 | 1,88 | 0,08 | 1,96 |
| | 3 | 61,34 | 5,99 | 37,30 | 1,64 | 10,53 | 0,69 | 1,68 | 0,11 | 1,79 |
| | 4 | 71,03 | 2,88 | 27,61 | 4,75 | 12,19 | 0,33 | 1,95 | 0,05 | 2,00 |
| | 5 | 30,04 | 4,25 | 68,60 | 3,38 | 5,15 | 0,49 | 0,82 | 0,08 | 0,90 |
| | 6 | 64,58 | 2,59 | 34,06 | 5,04 | 11,08 | 0,30 | 1,77 | 0,05 | 1,82 |
| | 7 | 54,73 | 4,80 | 43,91 | 2,83 | 9,39 | 0,56 | 1,50 | 0,09 | 1,59 |
| | 8 | 56,08 | 3,24 | 42,56 | 4,39 | 9,62 | 0,38 | 1,54 | 0,06 | 1,60 |
| | 9 | 62,04 | 4,81 | 36,59 | 2,82 | 10,65 | 0,56 | 1,70 | 0,09 | 1,79 |
| | 10 | 70,70 | 4,67 | 27,94 | 2,96 | 12,13 | 0,54 | 1,94 | 0,09 | 2,03 |

| Día de colección | Animal | Consumo de alimento (g) | | Rechazo de alimento (g) | | Consumo de proteína (g) | | Consumo de N (g) | | Consumo total de N |
|------------------|--------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|------------------|---------------|--------------------|
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | |
| DÍA 6 | 1 | 71,51 | 3,55 | 27,13 | 4,08 | 12,27 | 0,41 | 1,96 | 0,07 | 2,03 |
| | 2 | 77,78 | 5,40 | 20,86 | 2,23 | 13,35 | 0,62 | 2,14 | 0,10 | 2,24 |
| | 3 | 61,02 | 6,06 | 37,61 | 1,57 | 10,47 | 0,70 | 1,68 | 0,11 | 1,79 |
| | 4 | 79,92 | 3,78 | 18,72 | 3,85 | 13,71 | 0,44 | 2,19 | 0,07 | 2,26 |
| | 5 | 55,18 | 4,83 | 43,46 | 2,80 | 9,47 | 0,56 | 1,51 | 0,09 | 1,60 |
| | 6 | 67,27 | 1,43 | 31,37 | 6,20 | 11,54 | 0,17 | 1,85 | 0,03 | 1,87 |
| | 7 | 49,87 | 3,64 | 48,77 | 3,99 | 8,56 | 0,42 | 1,37 | 0,07 | 1,44 |
| | 8 | 62,66 | 3,54 | 35,97 | 4,09 | 10,75 | 0,41 | 1,72 | 0,07 | 1,79 |
| | 9 | 70,25 | 4,26 | 28,39 | 3,37 | 12,05 | 0,49 | 1,93 | 0,08 | 2,01 |
| | 10 | 72,69 | 4,88 | 25,94 | 2,75 | 12,47 | 0,56 | 2,00 | 0,09 | 2,09 |
| DÍA 7 | 1 | 75,04 | 2,85 | 23,59 | 4,78 | 12,88 | 0,33 | 2,06 | 0,05 | 2,11 |
| | 2 | 72,53 | 3,79 | 26,10 | 3,84 | 12,45 | 0,44 | 1,99 | 0,07 | 2,06 |
| | 3 | 59,94 | 6,00 | 38,70 | 1,63 | 10,28 | 0,69 | 1,65 | 0,11 | 1,76 |
| | 4 | 76,21 | 1,38 | 22,42 | 6,25 | 13,08 | 0,16 | 2,09 | 0,03 | 2,12 |
| | 5 | 55,50 | 4,34 | 43,14 | 3,29 | 9,52 | 0,50 | 1,52 | 0,08 | 1,60 |
| | 6 | 64,99 | 3,54 | 33,64 | 4,09 | 11,15 | 0,41 | 1,78 | 0,07 | 1,85 |
| | 7 | 54,65 | 1,20 | 43,98 | 6,43 | 9,38 | 0,14 | 1,50 | 0,02 | 1,52 |
| | 8 | 54,59 | 2,60 | 44,05 | 5,03 | 9,37 | 0,30 | 1,50 | 0,05 | 1,55 |
| | 9 | 75,06 | 4,71 | 23,57 | 2,92 | 12,88 | 0,54 | 2,06 | 0,09 | 2,15 |
| | 10 | 70,03 | 5,44 | 28,60 | 2,19 | 12,02 | 0,63 | 1,92 | 0,10 | 2,02 |

ANEXO 5 Excreción de heces y N del T1

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE HECES Y N DE T1 (BASE SECA) | | | |
|--|--------|------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 1 | 1 | 23,18 | 0,63 |
| | 2 | 29,79 | 0,81 |
| | 3 | 17,11 | 0,46 |
| | 4 | 23,66 | 0,64 |
| | 5 | 21,99 | 0,59 |
| | 6 | 17,49 | 0,47 |
| | 7 | 20,98 | 0,57 |
| | 8 | 17,68 | 0,48 |
| | 9 | 16,69 | 0,45 |
| | 10 | 19,35 | 0,52 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 2 | 1 | 26 | 0,66 |
| | 2 | 31,12 | 0,79 |
| | 3 | 21,26 | 0,54 |
| | 4 | 23,9 | 0,61 |
| | 5 | 23,08 | 0,59 |
| | 6 | 21,49 | 0,55 |
| | 7 | 24,46 | 0,62 |
| | 8 | 24,4 | 0,62 |
| | 9 | 25,81 | 0,66 |
| | 10 | 22,68 | 0,58 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 3 | 1 | 20,3 | 0,56 |
| | 2 | 25,49 | 0,70 |
| | 3 | 25,38 | 0,70 |
| | 4 | 23,8 | 0,66 |
| | 5 | 20,88 | 0,58 |
| | 6 | 18,79 | 0,52 |
| | 7 | 19,11 | 0,53 |
| | 8 | 17,2 | 0,47 |
| | 9 | 18,86 | 0,52 |
| | 10 | 20,31 | 0,56 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 4 | 1 | 18,78 | 0,58 |
| | 2 | 24,96 | 0,77 |
| | 3 | 17,38 | 0,54 |
| | 4 | 19,12 | 0,59 |
| | 5 | 20,01 | 0,62 |
| | 6 | 15,97 | 0,50 |
| | 7 | 16,96 | 0,53 |
| | 8 | 16,74 | 0,52 |
| | 9 | 19,09 | 0,59 |
| | 10 | 13,66 | 0,42 |



| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 22,76 | 0,70 |
| | 2 | 22,18 | 0,69 |
| | 3 | 22,73 | 0,70 |
| | 4 | 24,27 | 0,75 |
| | 5 | 22,28 | 0,69 |
| | 6 | 27,22 | 0,84 |
| | 7 | 20,56 | 0,64 |
| | 8 | 18,03 | 0,56 |
| | 9 | 20,55 | 0,64 |
| | 10 | 24,91 | 0,77 |
| DÍA 6 | | | |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| 1 | | 19,17 | 0,57 |
| 2 | | 18,48 | 0,55 |
| 3 | | 24,81 | 0,74 |
| 4 | | 26,17 | 0,78 |
| 5 | | 19,36 | 0,58 |
| 6 | | 17,24 | 0,51 |
| 7 | | 17,54 | 0,52 |
| 8 | | 15,26 | 0,46 |
| 9 | | 18,16 | 0,54 |
| 10 | | 18,24 | 0,54 |
| DÍA 7 | | | |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| 1 | | 20,62 | 0,62 |
| 2 | | 27,1 | 0,82 |
| 3 | | 24,16 | 0,73 |
| 4 | | 27,98 | 0,85 |
| 5 | | 26,55 | 0,80 |
| 6 | | 24,27 | 0,73 |
| 7 | | 26,13 | 0,79 |
| 8 | | 16,43 | 0,50 |
| 9 | | 25,52 | 0,77 |
| 10 | | 22,4 | 0,68 |



ANEXO 6 Excreción de heces y N del T2

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE HECES Y N DE T2 (BASE SECA) | | | |
|--|--------|------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 1 | 1 | 30,3 | 0,83 |
| | 2 | 24,06 | 0,66 |
| | 3 | 28,66 | 0,78 |
| | 4 | 29,91 | 0,82 |
| | 5 | 27,34 | 0,75 |
| | 6 | 28,67 | 0,78 |
| | 7 | 29,39 | 0,80 |
| | 8 | 22,15 | 0,60 |
| | 9 | 24,68 | 0,67 |
| | 10 | 30 | 0,82 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 2 | 1 | 27,11 | 0,66 |
| | 2 | 22,28 | 0,54 |
| | 3 | 25,12 | 0,61 |
| | 4 | 22,19 | 0,54 |
| | 5 | 32,71 | 0,80 |
| | 6 | 27,6 | 0,67 |
| | 7 | 20,42 | 0,50 |
| | 8 | 27,7 | 0,67 |
| | 9 | 21,97 | 0,53 |
| | 10 | 36,24 | 0,88 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 3 | 1 | 26,5 | 0,63 |
| | 2 | 27,55 | 0,66 |
| | 3 | 28,31 | 0,68 |
| | 4 | 30,23 | 0,72 |
| | 5 | 27,98 | 0,67 |
| | 6 | 23,42 | 0,56 |
| | 7 | 29,59 | 0,71 |
| | 8 | 23,74 | 0,57 |
| | 9 | 19,56 | 0,47 |
| | 10 | 32,87 | 0,79 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 4 | 1 | 25,96 | 0,53 |
| | 2 | 20,57 | 0,42 |
| | 3 | 21,75 | 0,44 |
| | 4 | 27,66 | 0,56 |
| | 5 | 24,08 | 0,49 |
| | 6 | 18,21 | 0,37 |
| | 7 | 16,87 | 0,34 |
| | 8 | 21,14 | 0,43 |
| | 9 | 22,01 | 0,45 |
| | 10 | 23,77 | 0,48 |



| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 30,36 | 0,68 |
| | 2 | 25,28 | 0,57 |
| | 3 | 29,91 | 0,67 |
| | 4 | 28,13 | 0,63 |
| | 5 | 30,01 | 0,67 |
| | 6 | 24,74 | 0,55 |
| | 7 | 25,85 | 0,58 |
| | 8 | 18,99 | 0,43 |
| | 9 | 19,03 | 0,43 |
| | 10 | 31,84 | 0,71 |

| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 6 | 1 | 31,89 | 0,82 |
| | 2 | 30,08 | 0,77 |
| | 3 | 30,28 | 0,78 |
| | 4 | 30,42 | 0,78 |
| | 5 | 36,12 | 0,93 |
| | 6 | 30,35 | 0,78 |
| | 7 | 33,78 | 0,87 |
| | 8 | 23,43 | 0,60 |
| | 9 | 21,64 | 0,56 |
| | 10 | 40,79 | 1,05 |

| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 7 | 1 | 31,49 | 0,80 |
| | 2 | 29,91 | 0,76 |
| | 3 | 37,19 | 0,95 |
| | 4 | 29,57 | 0,75 |
| | 5 | 39,14 | 1,00 |
| | 6 | 34,16 | 0,87 |
| | 7 | 36,03 | 0,92 |
| | 8 | 24,84 | 0,63 |
| | 9 | 24,17 | 0,61 |
| | 10 | 41,84 | 1,06 |



ANEXO 7 Excreción de heces y N del T3

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE HECES Y N DE T3 (BASE SECA) | | | |
|--|--------|------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 1 | 1 | 17,82 | 0,36 |
| | 2 | 22,27 | 0,45 |
| | 3 | 18,38 | 0,37 |
| | 4 | 20,32 | 0,41 |
| | 5 | 18,65 | 0,38 |
| | 6 | 20,84 | 0,42 |
| | 7 | 14,46 | 0,29 |
| | 8 | 17,21 | 0,35 |
| | 9 | 16,44 | 0,33 |
| | 10 | 25,04 | 0,51 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 2 | 1 | 23,45 | 0,53 |
| | 2 | 28,48 | 0,64 |
| | 3 | 21,63 | 0,49 |
| | 4 | 20,62 | 0,46 |
| | 5 | 20,73 | 0,47 |
| | 6 | 19,38 | 0,44 |
| | 7 | 19,33 | 0,43 |
| | 8 | 18,92 | 0,43 |
| | 9 | 23,03 | 0,52 |
| | 10 | 22,26 | 0,50 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 3 | 1 | 24,92 | 0,51 |
| | 2 | 24,69 | 0,51 |
| | 3 | 21,22 | 0,44 |
| | 4 | 24,14 | 0,50 |
| | 5 | 21,19 | 0,44 |
| | 6 | 15,98 | 0,33 |
| | 7 | 17,61 | 0,36 |
| | 8 | 16,89 | 0,35 |
| | 9 | 25,5 | 0,52 |
| | 10 | 21,79 | 0,45 |
| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
| DÍA 4 | 1 | 21,17 | 0,44 |
| | 2 | 20,62 | 0,43 |
| | 3 | 27,6 | 0,57 |
| | 4 | 17,29 | 0,36 |
| | 5 | 31,18 | 0,65 |
| | 6 | 30,16 | 0,63 |
| | 7 | 19,56 | 0,41 |
| | 8 | 18,29 | 0,38 |
| | 9 | 20,44 | 0,42 |
| | 10 | 33,75 | 0,70 |



| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 19,72 | 0,47 |
| | 2 | 21,99 | 0,53 |
| | 3 | 19,2 | 0,46 |
| | 4 | 17,99 | 0,43 |
| | 5 | 3,59 | 0,09 |
| | 6 | 24,95 | 0,60 |
| | 7 | 21,02 | 0,51 |
| | 8 | 17,19 | 0,41 |
| | 9 | 22,53 | 0,54 |
| | 10 | 24,35 | 0,59 |

| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 6 | 1 | 23,45 | 0,61 |
| | 2 | 26,12 | 0,68 |
| | 3 | 19,76 | 0,52 |
| | 4 | 26,93 | 0,70 |
| | 5 | 18,31 | 0,48 |
| | 6 | 16,15 | 0,42 |
| | 7 | 12,26 | 0,32 |
| | 8 | 20,23 | 0,53 |
| | 9 | 24,52 | 0,64 |
| | 10 | 22,73 | 0,59 |

| Día de colección | Animal | Excreción de heces (g) | N en heces (g) |
|------------------|--------|------------------------|----------------|
| DÍA 7 | 1 | 24,27 | 0,69 |
| | 2 | 24,08 | 0,68 |
| | 3 | 21,59 | 0,61 |
| | 4 | 23,48 | 0,66 |
| | 5 | 23,47 | 0,66 |
| | 6 | 19,92 | 0,56 |
| | 7 | 20,22 | 0,57 |
| | 8 | 18,48 | 0,52 |
| | 9 | 25,42 | 0,72 |
| | 10 | 22,89 | 0,65 |

ANEXO 8 Excreción de orina y N del T1

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE ORINA Y N DE T1 | | | |
|--|--------|-------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 1 | 1 | 45,00 | 0,12 |
| | 2 | 55,00 | 0,15 |
| | 3 | 45,00 | 0,12 |
| | 4 | 43,00 | 0,11 |
| | 5 | 43,00 | 0,11 |
| | 6 | 90,00 | 0,24 |
| | 7 | 110,00 | 0,29 |
| | 8 | 93,00 | 0,25 |
| | 9 | 56,00 | 0,15 |
| | 10 | 71,00 | 0,19 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 2 | 1 | 50,00 | 0,08 |
| | 2 | 50,00 | 0,08 |
| | 3 | 43,00 | 0,07 |
| | 4 | 52,00 | 0,09 |
| | 5 | 43,00 | 0,07 |
| | 6 | 87,00 | 0,14 |
| | 7 | 128,00 | 0,21 |
| | 8 | 125,00 | 0,21 |
| | 9 | 62,00 | 0,10 |
| | 10 | 67,00 | 0,11 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 3 | 1 | 28,00 | 0,04 |
| | 2 | 28,00 | 0,04 |
| | 3 | 33,00 | 0,05 |
| | 4 | 31,00 | 0,05 |
| | 5 | 33,00 | 0,05 |
| | 6 | 83,00 | 0,13 |
| | 7 | 104,00 | 0,16 |
| | 8 | 81,00 | 0,13 |
| | 9 | 52,00 | 0,08 |
| | 10 | 79,00 | 0,12 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 4 | 1 | 40,00 | 0,08 |
| | 2 | 43,00 | 0,09 |
| | 3 | 36,00 | 0,08 |
| | 4 | 37,00 | 0,08 |
| | 5 | 37,00 | 0,08 |
| | 6 | 91,00 | 0,19 |
| | 7 | 89,00 | 0,19 |
| | 8 | 97,00 | 0,20 |
| | 9 | 50,00 | 0,11 |
| | 10 | 77,00 | 0,16 |



| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 35,00 | 0,09 |
| | 2 | 38,00 | 0,10 |
| | 3 | 23,00 | 0,06 |
| | 4 | 30,00 | 0,08 |
| | 5 | 36,00 | 0,09 |
| | 6 | 102,00 | 0,27 |
| | 7 | 103,00 | 0,27 |
| | 8 | 76,00 | 0,20 |
| | 9 | 49,00 | 0,13 |
| | 10 | 71,00 | 0,18 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 6 | 1 | 51,00 | 0,13 |
| | 2 | 52,00 | 0,13 |
| | 3 | 34,00 | 0,08 |
| | 4 | 37,00 | 0,09 |
| | 5 | 38,00 | 0,09 |
| | 6 | 82,00 | 0,20 |
| | 7 | 87,00 | 0,22 |
| | 8 | 84,00 | 0,21 |
| | 9 | 51,00 | 0,13 |
| | 10 | 56,00 | 0,14 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 7 | 1 | 41,00 | 0,08 |
| | 2 | 68,00 | 0,12 |
| | 3 | 45,00 | 0,08 |
| | 4 | 38,00 | 0,07 |
| | 5 | 43,00 | 0,08 |
| | 6 | 80,00 | 0,15 |
| | 7 | 102,00 | 0,19 |
| | 8 | 88,00 | 0,16 |
| | 9 | 67,00 | 0,12 |
| | 10 | 82,00 | 0,15 |



ANEXO 9 Excreción de orina y N del T2

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE ORINA Y N DE T2 | | | |
|--|--------|-------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 1 | 1 | 91,00 | 0,22 |
| | 2 | 42,00 | 0,10 |
| | 3 | 58,00 | 0,14 |
| | 4 | 54,00 | 0,13 |
| | 5 | 52,00 | 0,13 |
| | 6 | 103,00 | 0,25 |
| | 7 | 43,00 | 0,10 |
| | 8 | 34,00 | 0,08 |
| | 9 | 35,00 | 0,09 |
| | 10 | 43,00 | 0,10 |
| DÍA 2 | 1 | 80,00 | 0,12 |
| | 2 | 50,00 | 0,08 |
| | 3 | 66,00 | 0,10 |
| | 4 | 68,00 | 0,11 |
| | 5 | 67,00 | 0,10 |
| | 6 | 88,00 | 0,14 |
| | 7 | 34,00 | 0,05 |
| | 8 | 48,00 | 0,07 |
| | 9 | 38,00 | 0,06 |
| | 10 | 42,00 | 0,07 |
| DÍA 3 | 1 | 82,00 | 0,14 |
| | 2 | 49,00 | 0,08 |
| | 3 | 61,00 | 0,10 |
| | 4 | 48,00 | 0,08 |
| | 5 | 51,00 | 0,09 |
| | 6 | 76,00 | 0,13 |
| | 7 | 29,00 | 0,05 |
| | 8 | 26,00 | 0,04 |
| | 9 | 30,00 | 0,05 |
| | 10 | 31,00 | 0,05 |
| DÍA 4 | 1 | 64,00 | 0,15 |
| | 2 | 46,00 | 0,10 |
| | 3 | 55,00 | 0,12 |
| | 4 | 49,00 | 0,11 |
| | 5 | 60,00 | 0,14 |
| | 6 | 60,00 | 0,14 |
| | 7 | 31,00 | 0,07 |
| | 8 | 31,00 | 0,07 |
| | 9 | 31,00 | 0,07 |
| | 10 | 31,00 | 0,07 |



| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 86,00 | 0,16 |
| | 2 | 32,00 | 0,06 |
| | 3 | 50,00 | 0,09 |
| | 4 | 52,00 | 0,10 |
| | 5 | 54,00 | 0,10 |
| | 6 | 89,00 | 0,16 |
| | 7 | 21,00 | 0,04 |
| | 8 | 27,00 | 0,05 |
| | 9 | 44,00 | 0,08 |
| | 10 | 26,00 | 0,05 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 6 | 1 | 76,00 | 0,15 |
| | 2 | 51,00 | 0,10 |
| | 3 | 60,00 | 0,12 |
| | 4 | 47,00 | 0,09 |
| | 5 | 52,00 | 0,10 |
| | 6 | 71,00 | 0,14 |
| | 7 | 39,00 | 0,08 |
| | 8 | 55,00 | 0,11 |
| | 9 | 35,00 | 0,07 |
| | 10 | 38,00 | 0,07 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 7 | 1 | 110,00 | 0,26 |
| | 2 | 45,00 | 0,11 |
| | 3 | 59,00 | 0,14 |
| | 4 | 55,00 | 0,13 |
| | 5 | 67,00 | 0,16 |
| | 6 | 69,00 | 0,16 |
| | 7 | 39,00 | 0,09 |
| | 8 | 42,00 | 0,10 |
| | 9 | 35,00 | 0,08 |
| | 10 | 39,00 | 0,09 |

ANEXO 10 Excreción de orina y N del T2

| REGISTRO DE EXCRECIÓN DE ORINA Y N DE T3 | | | |
|--|--------|-------------------------|----------------|
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 1 | 1 | 112,00 | 0,465 |
| | 2 | 33,00 | 0,137 |
| | 3 | 48,00 | 0,199 |
| | 4 | 38,00 | 0,158 |
| | 5 | 54,00 | 0,224 |
| | 6 | 45,00 | 0,187 |
| | 7 | 28,00 | 0,116 |
| | 8 | 56,00 | 0,232 |
| | 9 | 73,00 | 0,303 |
| | 10 | 66,00 | 0,274 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 2 | 1 | 121,00 | 0,21 |
| | 2 | 27,00 | 0,05 |
| | 3 | 32,00 | 0,06 |
| | 4 | 44,00 | 0,08 |
| | 5 | 70,00 | 0,12 |
| | 6 | 51,00 | 0,09 |
| | 7 | 27,00 | 0,05 |
| | 8 | 50,00 | 0,09 |
| | 9 | 67,00 | 0,12 |
| | 10 | 70,00 | 0,12 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 3 | 1 | 118,00 | 0,16 |
| | 2 | 26,00 | 0,04 |
| | 3 | 19,00 | 0,03 |
| | 4 | 25,00 | 0,03 |
| | 5 | 56,00 | 0,08 |
| | 6 | 45,00 | 0,06 |
| | 7 | 16,00 | 0,02 |
| | 8 | 31,00 | 0,04 |
| | 9 | 53,00 | 0,07 |
| | 10 | 70,00 | 0,10 |
| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
| DÍA 4 | 1 | 127,00 | 0,30 |
| | 2 | 28,00 | 0,07 |
| | 3 | 21,00 | 0,05 |
| | 4 | 46,00 | 0,11 |
| | 5 | 57,00 | 0,14 |
| | 6 | 41,00 | 0,10 |
| | 7 | 20,00 | 0,05 |
| | 8 | 44,00 | 0,10 |
| | 9 | 63,00 | 0,15 |
| | 10 | 74,00 | 0,18 |



| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 5 | 1 | 86,00 | 0,17 |
| | 2 | 16,00 | 0,03 |
| | 3 | 14,00 | 0,03 |
| | 4 | 26,00 | 0,05 |
| | 5 | 38,00 | 0,08 |
| | 6 | 32,00 | 0,06 |
| | 7 | 16,00 | 0,03 |
| | 8 | 30,00 | 0,06 |
| | 9 | 42,00 | 0,08 |
| | 10 | 89,00 | 0,18 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 6 | 1 | 87,00 | 0,23 |
| | 2 | 35,00 | 0,09 |
| | 3 | 28,00 | 0,07 |
| | 4 | 48,00 | 0,12 |
| | 5 | 53,00 | 0,14 |
| | 6 | 35,00 | 0,09 |
| | 7 | 27,00 | 0,07 |
| | 8 | 45,00 | 0,12 |
| | 9 | 57,00 | 0,15 |
| | 10 | 72,00 | 0,19 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL) | N en orina (g) |
|------------------|--------|-------------------------|----------------|
| DÍA 7 | 1 | 109,00 | 0,22 |
| | 2 | 37,00 | 0,08 |
| | 3 | 27,00 | 0,06 |
| | 4 | 57,00 | 0,12 |
| | 5 | 56,00 | 0,11 |
| | 6 | 49,00 | 0,10 |
| | 7 | 28,00 | 0,06 |
| | 8 | 47,00 | 0,10 |
| | 9 | 70,00 | 0,14 |
| | 10 | 87,00 | 0,18 |

ANEXO 11 Consumo promedio de alimento y N por día

| Tratamiento | Animal | CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO Y N (g/día) | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| | | Consumo de alimento (g/día) | | Rechazo de alimento (g/día) | | Consumo de proteína (g/día) | | Consumo de N (g/día) | | Consumo total de N (g/día) | |
| | | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa | Concentrado | Alfalfa |
| T1 | 1 | 44,83 | 28,87 | 28,76 | 1,00 | 7,69 | 3,75 | 1,23 | 0,60 | 1,83 | |
| | 2 | 54,49 | 29,04 | 19,10 | 0,83 | 9,35 | 3,77 | 1,50 | 0,60 | 2,10 | |
| | 3 | 45,47 | 27,74 | 28,13 | 2,13 | 7,80 | 3,60 | 1,25 | 0,58 | 1,82 | |
| | 4 | 53,10 | 28,68 | 20,50 | 1,19 | 9,11 | 3,72 | 1,46 | 0,60 | 2,05 | |
| | 5 | 48,37 | 25,15 | 25,23 | 4,72 | 8,30 | 3,26 | 1,33 | 0,52 | 1,85 | |
| | 6 | 47,01 | 26,92 | 26,59 | 2,95 | 8,07 | 3,49 | 1,29 | 0,56 | 1,85 | |
| | 7 | 44,85 | 25,57 | 28,74 | 4,30 | 7,70 | 3,32 | 1,23 | 0,53 | 1,76 | |
| | 8 | 37,10 | 26,49 | 36,50 | 3,38 | 6,37 | 3,44 | 1,02 | 0,55 | 1,57 | |
| | 9 | 42,26 | 27,76 | 31,33 | 2,11 | 7,25 | 3,60 | 1,16 | 0,58 | 1,74 | |
| | 10 | 39,19 | 28,08 | 34,41 | 1,79 | 6,72 | 3,65 | 1,08 | 0,58 | 1,66 | |
| Tratamiento | Animal | Consumo de alimento (g/día) | | Rechazo de alimento (g/día) | | Consumo de proteína (g/día) | | Consumo de N (g/día) | | Consumo total de N (g/día) | |
| | | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass | Concentrado | Ryegrass |
| T2 | 1 | 51,37 | 38,73 | 21,19 | 2,16 | 8,82 | 4,84 | 1,41 | 0,77 | 2,18 | |
| | 2 | 54,45 | 31,36 | 18,12 | 9,53 | 9,34 | 3,92 | 1,49 | 0,63 | 2,12 | |
| | 3 | 42,63 | 39,74 | 29,94 | 1,15 | 7,31 | 4,96 | 1,17 | 0,79 | 1,96 | |
| | 4 | 46,80 | 37,99 | 25,77 | 2,90 | 8,03 | 4,75 | 1,28 | 0,76 | 2,04 | |
| | 5 | 57,29 | 40,01 | 15,28 | 0,88 | 9,83 | 5,00 | 1,57 | 0,80 | 2,37 | |
| | 6 | 45,67 | 39,81 | 26,90 | 1,09 | 7,84 | 4,97 | 1,25 | 0,80 | 2,05 | |
| | 7 | 38,90 | 39,87 | 33,66 | 1,03 | 6,68 | 4,98 | 1,07 | 0,80 | 1,86 | |
| | 8 | 42,30 | 34,39 | 30,27 | 6,50 | 7,26 | 4,30 | 1,16 | 0,69 | 1,85 | |
| | 9 | 31,97 | 36,89 | 40,60 | 4,01 | 5,49 | 4,61 | 0,88 | 0,74 | 1,61 | |
| | 10 | 62,55 | 39,90 | 10,01 | 1,00 | 10,73 | 4,98 | 1,72 | 0,80 | 2,51 | |
| Tratamiento | Animal | Consumo de alimento (g/día) | | Rechazo de alimento (g/día) | | Consumo de proteína (g/día) | | Consumo de N (g/día) | | Consumo total de N (g/día) | |
| | | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena | Concentrado | Heno de avena |
| T3 | 1 | 69,68 | 2,81 | 28,96 | 4,82 | 11,96 | 0,33 | 1,91 | 0,05 | 1,97 | |
| | 2 | 74,57 | 4,15 | 24,06 | 3,48 | 12,80 | 0,48 | 2,05 | 0,08 | 2,12 | |
| | 3 | 59,75 | 5,93 | 38,89 | 1,70 | 10,25 | 0,69 | 1,64 | 0,11 | 1,75 | |
| | 4 | 72,30 | 2,50 | 26,34 | 5,13 | 12,41 | 0,29 | 1,99 | 0,05 | 2,03 | |
| | 5 | 55,00 | 4,51 | 43,63 | 3,12 | 9,44 | 0,52 | 1,51 | 0,08 | 1,59 | |
| | 6 | 64,65 | 2,44 | 33,99 | 5,19 | 11,09 | 0,28 | 1,78 | 0,05 | 1,82 | |
| | 7 | 51,72 | 3,27 | 46,91 | 4,36 | 8,88 | 0,38 | 1,42 | 0,06 | 1,48 | |
| | 8 | 55,08 | 2,54 | 43,56 | 5,09 | 9,45 | 0,29 | 1,51 | 0,05 | 1,56 | |
| | 9 | 67,40 | 4,27 | 31,24 | 3,36 | 11,57 | 0,49 | 1,85 | 0,08 | 1,93 | |
| | 10 | 70,74 | 4,96 | 27,90 | 2,67 | 12,14 | 0,57 | 1,94 | 0,09 | 2,03 | |

ANEXO 12 Excreción promedio de heces y N (g/día)

| EXCRECIÓN PROMEDIO DE HECES Y N (g/día) | | | |
|---|--------|----------------------------|--------------------|
| Tratamiento | Animal | Excreción de heces (g/día) | N en heces (g/día) |
| T1 | 1 | 21,54 | 0,62 |
| | 2 | 25,59 | 0,73 |
| | 3 | 21,83 | 0,63 |
| | 4 | 24,13 | 0,70 |
| | 5 | 22,02 | 0,64 |
| | 6 | 20,35 | 0,59 |
| | 7 | 20,82 | 0,60 |
| | 8 | 17,96 | 0,51 |
| | 9 | 20,67 | 0,60 |
| | 10 | 20,22 | 0,58 |
| Tratamiento | Animal | Excreción de heces (g/día) | N en heces (g/día) |
| T2 | 1 | 29,09 | 0,71 |
| | 2 | 25,68 | 0,62 |
| | 3 | 28,75 | 0,70 |
| | 4 | 28,30 | 0,69 |
| | 5 | 31,05 | 0,76 |
| | 6 | 26,74 | 0,66 |
| | 7 | 27,42 | 0,67 |
| | 8 | 23,14 | 0,56 |
| | 9 | 21,87 | 0,53 |
| | 10 | 33,91 | 0,83 |
| Tratamiento | Animal | Excreción de heces (g/día) | N en heces (g/día) |
| T3 | 1 | 22,11 | 0,52 |
| | 2 | 24,04 | 0,56 |
| | 3 | 21,34 | 0,49 |
| | 4 | 21,54 | 0,50 |
| | 5 | 19,59 | 0,45 |
| | 6 | 21,05 | 0,49 |
| | 7 | 17,78 | 0,41 |
| | 8 | 18,17 | 0,42 |
| | 9 | 22,55 | 0,53 |
| | 10 | 24,69 | 0,57 |



ANEXO 13 Excreción promedio de orina y N de T1, T2 y T3

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL/día) | N en orina (g/día) |
|------------------|--------|-----------------------------|--------------------|
| T3 | 1 | 41,4 | 0,09 |
| | 2 | 47,7 | 0,10 |
| | 3 | 37,0 | 0,08 |
| | 4 | 38,3 | 0,08 |
| | 5 | 39,0 | 0,08 |
| | 6 | 87,9 | 0,19 |
| | 7 | 103,3 | 0,22 |
| | 8 | 92,0 | 0,19 |
| | 9 | 55,3 | 0,12 |
| | 10 | 71,9 | 0,15 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL/día) | N en orina (g/día) |
|------------------|--------|-----------------------------|--------------------|
| T3 | 1 | 84,1 | 0,17 |
| | 2 | 45,0 | 0,09 |
| | 3 | 58,4 | 0,12 |
| | 4 | 53,3 | 0,11 |
| | 5 | 57,6 | 0,12 |
| | 6 | 79,4 | 0,16 |
| | 7 | 33,7 | 0,07 |
| | 8 | 37,6 | 0,08 |
| | 9 | 35,4 | 0,07 |
| | 10 | 35,7 | 0,07 |

| Día de colección | Animal | Excreción de orina (mL/día) | N en orina (g/día) |
|------------------|--------|-----------------------------|--------------------|
| T3 | 1 | 108,6 | 0,25 |
| | 2 | 28,9 | 0,07 |
| | 3 | 27,0 | 0,07 |
| | 4 | 40,6 | 0,10 |
| | 5 | 54,9 | 0,13 |
| | 6 | 42,6 | 0,10 |
| | 7 | 23,1 | 0,06 |
| | 8 | 43,3 | 0,11 |
| | 9 | 60,7 | 0,15 |
| | 10 | 75,4 | 0,17 |

ANEXO 14 Consumo de nutrientes (g/día)

| | MS | Proteína | EE | FDN | Cenizas | Materia | |
|----|------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| | concentrado | 45.67±5.48 | 7.84±0.94 | 1.48±0.18 | 11.83±1.42 | 3.54±0.42 | 42.13±5.06 |
| T1 | alfalfa | 27.43±1.36 | 3.56±0.18 | 0.40±0.02 | 10.81±0.54 | 2.23±0.11 | 25.20±1.25 |
| | total | 73.10±6.02 | 11.40±1.01 | 1.87±0.18 | 22.64±1.66 | 5.77±0.47 | 67.33±5.55 |
| | concentrado | 47.39±9.16 | 8.13±1.57 | 1.53±0.30 | 12.27±2.37 | 3.67±0.71 | 43.72±8.45 |
| T2 | ryegrass | 37.87±2.91 | 4.73±0.36 | 0.61±0.05 | 19.28±1.48 | 3.32±0.26 | 34.55±2.65 |
| | total | 85.26±9.79 | 12.86±1.63 | 2.14±0.30 | 31.56±2.86 | 6.99±0.77 | 78.27±8.99 |
| | Concentrado | 64.09±8.16 | 11.00±1.40 | 2.07±0.26 | 16.60±2.11 | 4.96±0.63 | 59.13±7.53 |
| T3 | Heno de avena | 3.74±1.21 | 0.43±0.14 | 0.05±0.01 | 1.67±0.54 | 0.20±0.06 | 3.54±1.14 |
| | total | 67.83±8.22 | 11.43±1.40 | 2.12±0.26 | 18.27±2.17 | 5.16±0.63 | 62.67±7.59 |



ANEXO 15 Peso de colección día 1 y 7 de cuyes

| Peso día 1 de colección | Peso día 7 de colección |
|-------------------------|-------------------------|
| 1539.92 | 1551.06 |
| 1475.69 | 1499.35 |
| 1338.84 | 1416.93 |
| 1392.01 | 1455.41 |
| 1322.4 | 1386.49 |
| 1391.92 | 1431.73 |
| 1282.51 | 1320.6 |
| 1350.61 | 1384.43 |
| 1397.5 | 1435.37 |
| 1272.64 | 1314.96 |
| 1578.11 | 1630.56 |
| 1484.19 | 1515.69 |
| 1395.53 | 1396.11 |
| 1422.77 | 1489.51 |
| 1667.75 | 1706.65 |
| 1483.15 | 1563.78 |
| 1464.96 | 1519.49 |
| 1354.27 | 1419.31 |
| 1304.86 | 1304.27 |
| 1687.9 | 1772.81 |
| 1564.95 | 1608.2 |
| 1523.22 | 1602.97 |
| 1337.77 | 1369.67 |
| 1398.3 | 1494.6 |
| 1465.97 | 1482.22 |
| 1406.28 | 1444.65 |
| 1368.81 | 1382.78 |
| 1274.55 | 1311.35 |
| 1418.18 | 1492.4 |
| 1534.36 | 1586.76 |



ANEXO 16 Análisis estadístico consumo total de N

| Consumo total N | | 19:00 |
|---------------------------------------|----------------|----------------|
| Procedimiento ANOVA | | |
| Información del nivel de clase | | |
| Clase | Niveles | Valores |
| Trat | 3 | 1 2 3 |
| Número de observaciones | | 30 |

| Consumo total N | | 19:00 Sunday, June 20, 2024 | 2 | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|------------------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Variable dependiente: ConN | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 0.35126000 | 0.17563000 | 3.65 | 0.0394 |
| Error | 27 | 1.29782000 | 0.04806741 | | |
| Total correcto | 29 | 1.64908000 | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ConN Media | |
| | 0.213004 | 11.52696 | 0.219243 | 1.902000 | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Trat | 2 | 0.35126000 | 0.17563000 | 3.65 | 0.0394 |

| Consumo total N | | 19:00 Sunday, June 20, 2024 | 3 |
|---|--------------|-----------------------------|-------------|
| Procedimiento ANOVA | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ConN | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ. | | | |
| Alfa | | | 0.05 |
| Error de grados de libertad | | | 27 |
| Error de cuadrado medio | | | 0.048067 |
| Valor crítico del rango estudentizado | | | 3.50643 |
| Diferencia significativa mínima | | | 0.2431 |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. | | | |
| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat |
| Á | 2.05500 | 10 | 2 |
| Á | 1.82800 | 10 | 3 |
| Á | 1.82300 | 10 | 1 |



ANEXO 17 Análisis estadístico N en heces

| N en heces | | | | | | 19: |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------|----------|--|-----------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | | |
| Información del nivel de clase | | | | | | |
| Clase | Niveles | Valores | | | | |
| Trat | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| Número de observaciones | | | | | | 30 |

| N en heces | | | | | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 | 2 |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|---|
| Procedimiento ANOVA | | | | | | | |
| Variable dependiente: HN | | | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F | | |
| Modelo | 2 | 0.16908667 | 0.08454333 | 17.31 | <.0001 | | |
| Error | 27 | 0.13185000 | 0.00488333 | | | | |
| Total correcto | 29 | 0.30093667 | | | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | HN Media | | | |
| | 0.561868 | 11.73154 | 0.069881 | 0.595667 | | | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F | | |
| Trat | 2 | 0.16908667 | 0.08454333 | 17.31 | <.0001 | | |

| N en heces | | | | | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 |
|---|--------------|----------|-------------|--|--|-----------------------------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para HN | | | | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ. | | | | | | |
| Alfa | | | | | | 0.05 |
| Error de grados de libertad | | | | | | 27 |
| Error de cuadrado medio | | | | | | 0.004883 |
| Valor crítico del rango estudentizado | | | | | | 3.50643 |
| Diferencia significativa mínima | | | | | | 0.0775 |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. | | | | | | |
| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat | | | |
| A | 0.67300 | 10 | 2 | | | |
| A | 0.62000 | 10 | 1 | | | |
| B | 0.49400 | 10 | 3 | | | |



ANEXO 18 Análisis estadístico de N en orina

| N en orina | | 19 | | | |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------|----------|--|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Información del nivel de clase | | | | | |
| Clase | Niveles | Valores | | | |
| Trat | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| Número de observaciones | | 30 | | | |

| N en orina | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 | | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Variable dependiente: ON | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 0.00294000 | 0.00147000 | 0.58 | 0.5644 |
| Error | 27 | 0.06793000 | 0.00251593 | | |
| Total correcto | 29 | 0.07087000 | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ON Media | |
| | 0.041484 | 42.15043 | 0.050159 | 0.119000 | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Trat | 2 | 0.00294000 | 0.00147000 | 0.58 | 0.5644 |

| N en orina | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------|--|--|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ON | | | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGMQ. | | | | | |
| | Alfa | 0.05 | | | |
| | Error de grados de libertad | 27 | | | |
| | Error de cuadrado medio | 0.002516 | | | |
| | Valor crítico del rango estudentizado | 3.50643 | | | |
| | Diferencia significativa mínima | 0.0556 | | | |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. | | | | | |
| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat | | |
| A | 0.13000 | 10 | 1 | | |
| A | 0.12100 | 10 | 3 | | |
| A | 0.10600 | 10 | 2 | | |



ANEXO 19 Análisis estadístico de Balance de N

| Balance de N | | 19: | |
|--------------------------------|---------|---------|-----|
| Procedimiento ANOVA | | | |
| Información del nivel de clase | | | |
| Clase | Niveles | Valores | |
| Trat | 3 | 1 | 2 3 |
| Número de observaciones | | 30 | |

| Balance de N | | 13:13 Sunday, June 20, 2024 | | | |
|--------------------------|------------|-----------------------------|----------------------|----------|--------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Variable dependiente: BN | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 0.22180667 | 0.11090333 | 4.20 | 0.0258 |
| Error | 27 | 0.71249000 | 0.02638852 | | |
| Total correcto | 29 | 0.93429667 | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | BN Media | |
| | 0.237405 | 13.65470 | 0.162445 | 1.189667 | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Trat | 2 | 0.22180667 | 0.11090333 | 4.20 | 0.0258 |

| Balance de N | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 | |
|---|----------|-----------------------------|------|
| Procedimiento ANOVA | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para BN | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ. | | | |
| Alfa | 0.05 | | |
| Error de grados de libertad | 27 | | |
| Error de cuadrado medio | 0.026389 | | |
| Valor crítico del rango estudentizado | 3.50643 | | |
| Diferencia significativa mínima | 0.1801 | | |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. | | | |
| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat |
| A | 1.28000 | 10 | 2 |
| A | | | |
| B | 1.21500 | 10 | 3 |
| B | | | |
| B | 1.07400 | 10 | 1 |



ANEXO 20 Análisis estadístico de N total excretado

| N total eliminado | | 19:13 S | |
|--------------------------------|---------|---------|-----|
| Procedimiento ANOVA | | | |
| Información del nivel de clase | | | |
| Clase | Niveles | Valores | |
| Trat | 3 | 1 | 2 3 |
| Número de observaciones | | 30 | |

| N total eliminado | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 1 | | | |
|--------------------------|------------|-------------------------------|----------------------|----------|--------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Variable dependiente: NE | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 0.15538667 | 0.07769333 | 10.95 | 0.0003 |
| Error | 27 | 0.19151000 | 0.00709296 | | |
| Total correcto | 29 | 0.34689667 | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | NE Media | |
| | 0.447934 | 11.80099 | 0.084220 | 0.713667 | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Trat | 2 | 0.15538667 | 0.07769333 | 10.95 | 0.0003 |

| N total eliminado | | 19:13 Sunday, June 20, 2024 12 | |
|---|---------|--------------------------------|----------|
| Procedimiento ANOVA | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NE | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGMQ. | | | |
| Alfa | | | 0.05 |
| Error de grados de libertad | | | 27 |
| Error de cuadrado medio | | | 0.007093 |
| Valor crítico del rango estudentizado | | | 3.50643 |
| Diferencia significativa mínima | | | 0.0934 |
| Medias con la misma letra no son significativamente diferentes. | | | |
| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat |
| A | 0.77700 | 10 | 2 |
| A | 0.75100 | 10 | 1 |
| B | 0.61300 | 10 | 3 |



ANEXO 21 Análisis estadístico de eficiencia de retención de N

Eficiencia de retención 19:1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

| Clase | Niveles | Valores |
|-------|---------|---------|
| Trat | 3 | 1 2 3 |

19:13 Sunday, June 20, 2024 17

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: ER

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|----------------|----|-------------------|----------------------|---------|--------|
| Modelo | 2 | 0.03224000 | 0.01612000 | 16.46 | <.0001 |
| Error | 27 | 0.02644000 | 0.00097926 | | |
| Total correcto | 29 | 0.05868000 | | | |

| R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | ER Media |
|------------|----------|----------|----------|
| 0.549421 | 3.431263 | 0.031293 | 0.912000 |

| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|--------|----|------------|----------------------|---------|--------|
| Trat | 2 | 0.03224000 | 0.01612000 | 16.46 | <.0001 |

19:13 Sunday, June 20, 2024 18

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ER

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGNQ.

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Alfa | 0.05 |
| Error de grados de libertad | 27 |
| Error de cuadrado medio | 0.000979 |
| Valor crítico del rango estudentizado | 3.50643 |
| Diferencia significativa mínima | 0.0347 |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat |
|--------------------|---------|----|------|
| A | 0.95400 | 10 | 3 |
| B | 0.90800 | 10 | 2 |
| B | 0.87400 | 10 | 1 |



ANEXO 22 Análisis estadístico de digestibilidad de N

Digestibilidad de N 19:1

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

| Clase | Niveles | Valores |
|-------------------------|---------|---------|
| Trat | 3 | 1 2 3 |
| Número de observaciones | | 30 |

| Digestibilidad de N 19:13 Sunday, June 20, 2024 20 | | | | | |
|--|------------|-------------------|----------------------|----------|--------|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Variable dependiente: DN | | | | | |
| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Modelo | 2 | 0.03002000 | 0.01501000 | 57.40 | <.0001 |
| Error | 27 | 0.00706000 | 0.00026148 | | |
| Total correcto | 29 | 0.03708000 | | | |
| | R-cuadrado | Coef Var | Raiz MSE | DN Media | |
| | 0.809601 | 1.653414 | 0.016170 | 0.978000 | |
| Fuente | DF | Anova SS | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
| Trat | 2 | 0.03002000 | 0.01501000 | 57.40 | <.0001 |

| Digestibilidad de N 19:13 Sunday, June 20, 2024 21 | | | | | |
|---|--|--|--|----------|--|
| Procedimiento ANOVA | | | | | |
| Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DN | | | | | |
| NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGMQ. | | | | | |
| Alfa | | | | 0.05 | |
| Error de grados de libertad | | | | 27 | |
| Error de cuadrado medio | | | | 0.000261 | |
| Valor crítico del rango estudentizado | | | | 3.50643 | |
| Diferencia significativa mínima | | | | 0.0179 | |

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

| Tukey Agrupamiento | Media | N | Trat |
|--------------------|----------|----|------|
| A | 1.022000 | 10 | 3 |
| B | 0.963000 | 10 | 2 |
| B | 0.949000 | 10 | 1 |



ANEXO 23 Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Ihonatan Quispe Quispe,
identificado con DNI 70300218 en mi condición de egresado de:

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

Medicina Veterinaria y Zootecnia,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Efecto del tipo de forraje suplementario sobre el
balance de nitrógeno en luyes. ”

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 03 de setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 24 Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

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

Por el presente documento, Yo Jhonatan Quispe Quispe,
identificado con DNI 70300218 en mi condición de egresado de:

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

Medicina Veterinaria y Zootecnia,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Efecto del tipo de forraje suplementario sobre el balance de nitrógeno en cuyes.”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 03 de Setiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella