



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

BALANCE DE NITRÓGENO EN DIETAS DE CUYES (*Cavia porcellus*) CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE MARALFALFA (*Pennisetum spp*)

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista

AUTOR:

Yordy Pabel Ganazhapa Palta

DIRECTOR:

Dr. Rodrigo Merdado Abad Guamán PhD.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

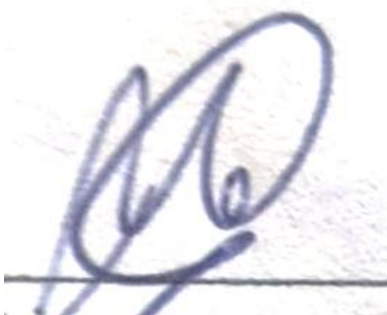
Loja, 21 de septiembre de 2022

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán. PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **BALANCE DE NITRÓGENO EN DIETAS DE CUYES (*Cavia porcellus*) CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE MARALFALFA (*Pennisetum spp*)**, de autoría del estudiante **Yordy Pabel Ganazhapa Palta**, con cédula de identidad Nro. **0706443405** previo a la obtención del título de MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán. PhD

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Yordy Pabel Ganazhapa Palta**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de este. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 0706443405

Fecha: 6 de marzo de 2023

Correo electrónico: yordy.ganazhapa @unl.edu.ec

Teléfono: 0967377358

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

Yo, **Yordy Pabel Ganazhapa Palta**, declaro ser autor/a del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación denominada: **BALANCE DE NITRÓGENO EN DIETAS DE CUYES (*Cavia porcellus*) CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE MARALFALFA (*Pennisetum spp*)**, como requisito para optar por el título de **Médico Veterinario Zootecnista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular o de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los seis días del mes de marzo de dos mil veintitres.

Firma:



Autor/a: Yordy Pabel Ganazhapa Palta

Cédula: 0706443405

Dirección: Américo Vespucio entre Benjamín Franklin y Teniente Geovanny Calles

Correo electrónico: viteri.666@gmail.com

Teléfono: 0967377358

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director/a del Trabajo de Integración Curricular: Dr. Rodrigo M. Abad Guamán

Dedicatoria

Creo fervientemente que la función nuestra en la sociedad no es más que el servir y ayudar a la gente, por tanto, una profesión constituye la herramienta práctica para lograrlo, sin embargo, creo que me hubiese sido una meta infranqueable sin la ayuda de mis padres, mis hermanos y mi novia, en consecuencia y en honor a su apoyo, dedico este trabajo a ellos.

Yordy Pabel Ganazhapa Palta

Agradecimiento

Los seres humanos somos gregarios por excelencia, la cooperación y responsabilidad ha permitido y permite cada uno de los logros de la sociedad, por más pequeños que estos sean, en consecuencia, me es difícil no estar agradecido con todas las personas que han formado parte de mi vida, porque, inexorablemente han constituido una enseñanza y, en un sentido materialista, han contribuido en mi formación individual. Sin embargo, me invadiría una melancolía si no menciono aquellas personas que, directamente, permitieron el desarrollo de este proyecto, sin dejar de menoscabar el apoyo que muchos me brindaron: Dr. Rodrigo M. Abad PhD., Dra. Rocío Herrera Mgs., Dr. Galo Escudero Mgs., Dr. Lucho Aguirre Mgs., Ing. Beatriz Guerrero y todos los docentes y funcionarios de la Universidad Nacional de Loja, quienes con su impetuoso y prolijo trabajo permitieron la ejecución del proyecto de titulación.

Yordy Pabel Ganazhapa Palta

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. El Cuy o Cobayo	6
4.2. Anatomía Digestiva.....	6
4.3. Nutrición de Cobayos.....	7
4.3.1. Proteína y aminoácidos	8
4.3.2. Energía	9
4.3.3. Grasa y ácidos grasos esenciales	9
4.3.4. Fibra	9
4.3.5. Vitaminas	9
4.3.6. Minerales.....	10
4.4. Maralfalfa (<i>Pennisetum</i> spp).....	11
4.5. Métodos de determinación de nitrógeno	11

4.6.	Digestión proteica	12
4.7.	Metabolismo de nitrógeno.....	12
4.8.	Balace de nitrógeno.....	13
5.	Metodología.....	14
5.1.	Lugar de Ejecución y Período de Duración	14
5.2.	Animales, alojamiento y manejo.....	14
5.3.	Diseño Experimental	14
5.4.	Alimentos, dieta y alimentación.....	15
5.5.	Variables de Estudio.....	16
5.6.	Procedimiento de colección	16
5.7.	Análisis químicos	16
5.8.	Cálculos.....	16
5.9.	Análisis estadísticos	17
5.10.	Consideraciones Éticas.....	17
6.	Resultados	18
7.	Discusión	21
8.	Conclusiones	24
9.	Recomendaciones	25
10.	Bibliografía	26
11.	Anexos	36

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación zoológico.....	6
Tabla 2. Valor nutricional del pasto maralfalfa	11
Tabla 3. Ingredientes y composición química de las dietas	15
Tabla 4. Alimento ingerido, nitrógeno ingerido, nitrógeno excretado en orina y heces.....	18
Tabla 5. Nitrógeno retenido, tasa de retención de nitrógeno, digestibilidad del nitrógeno y tasa de retención de nitrógeno basado en lo digerido	19

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de CIDiNA	14
Figura 2. Excreción de N fecal con los distintos niveles de inclusión de maralfalfa	19
Figura 3. Digestibilidad de N en los diferentes niveles de inclusión de maralfalfa	20
Figura 4. Adecuación del área de metabolismo	36
Figura 5. Elaboración de las dietas	36
Figura 6. Elaboración de las jaulas metabólicas	36
Figura 7. Colecta de heces y orina.....	37
Figura 9. Pesaje de heces y orina.....	37
Figura 10. Registros de los pesos de heces y orina.....	37
Figura 11. Determinación de la materia seca.....	38
Figura 12. Determinación del nitrógeno/proteína.....	38
Figura 13. Determinación de extracto etéreo y fibra cruda	38

Índice de Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas del trabajo de campo	36
Anexo 2. Evidencias fotográficas del trabajo de laboratorio	38
Anexo 3. Certificación de traducción en inglés.....	39

1. Título

BALANCE DE NITRÓGENO EN DIETAS DE CUYES (*Cavia porcellus*) CON LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE MARALFALFA (*Pennisetum spp*).

2. Resumen

La escasez de materias primas para la elaboración de dietas balanceadas, sumado a la necesidad de obtener buenos rendimientos productivos, producto de una eficiente utilización de los nutrientes, constituye un verdadero desafío para la nutrición animal. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa en dietas para cuyes, sobre el balance de nitrógeno. Las dietas fueron isoenergéticas (2800 kcal/kg) e isoproteicas (18%), contenían 0, 2, 16 y 32% de maralfalfa, con niveles de fibra cruda de 13, 14, 18 y 21%, respectivamente; se suministraron *ad libitum*. Las heces y orinas se colectaron durante 4 días y se estudiaron las siguientes variables: cantidad de nitrógeno (N) ingerido, N urinario, N fecal, retención de N, tasa de retención de N, digestibilidad del N y tasa de retención del N en base al N digerido. Los machos mostraron mayor consumo de alimento y nitrógeno que las hembras ($p < 0,001$). Los niveles más altos de maralfalfa, 16 y 32%, incrementaron la excreción de nitrógeno fecal ($p = 0,017$), por otro lado, los machos excretaron mayor N fecal con respecto a las hembras ($p < 0,001$). Los machos presentaron una retención de N superior al de las hembras ($p < 0,001$). La digestibilidad de N fue menor con el 16 y 32% de maralfalfa ($p < 0,001$), en este mismo contexto, las hembras tuvieron mejor digestibilidad de N que los machos ($p < 0,001$). Se concluye que la inclusión de maralfalfa no afectó la retención de N, sin embargo, niveles altos (16 y 32%) de maralfalfa causa menor digestibilidad de N debido a una mayor excreción de N fecal.

Palabras clave: cobayos, fibra cruda, N ingerido, N fecal, N urinario, balance de nitrógeno.

2.1. Abstract

The lack of raw materials for the elaboration of balanced diets and the necessity to obtain good product performance, resulting from efficient nutrient utilization, comprise a real challenge for animal nutrition. The objective of this study was to evaluate the effect of implementing different maralfalfa levels in the guinea pig diet on nitrogen balance. Diets were isoenergetics (2800 kcal/kg) and isoproteins (18%) which contained 0, 2, 16 and 32% of maralfalfa, with fiber levels of 13, 14, 18 and 21% respectively; were supplied ad libitum. Feces and urine were collected for 4 days and the following variables were studied: amount of nitrogen (N) ingested, urinary N, fecal N, N retention, N retention rate, N digestibility and N retention rate based on N digested. Males showed higher food and nitrogen consumption than females ($p < 0,001$). The most highest levels of maralfalfa, 16% and 23%, increased fecal nitrogen excretion ($p = 0.017$). On the other hand, males excreted more fecal N compared to females ($p < 0,001$). The males showed higher N retention than the females ($p < 0.001$). N digestibility was lower with 16 and 32% maralfalfa ($p < 0.001$), in this same context, females had better N digestibility than males ($p < 0.001$). It is concluded that the inclusion of maralfalfa did not affect N retention, however, high levels (16 and 32%) of maralfalfa cause lower N digestibility due to greater fecal N excretion.

Keywords: guinea pigs, crude fiber, intake N, fecal N, urinary N, nitrogen balance.

3. Introducción

La producción de cobayos en el Ecuador fue de 21 millones en el año 2015, lo que representa una producción de 14 300 toneladas de carne (INIAP, 2009). El consumo per cápita de carne de cuy para el año 2009 fue de 16,90 kg/año, en las zonas rurales; mientras que en la zona urbana el consumo fue de 8,52 kg/año (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2015).

En el territorio ecuatoriano se presenta una disminución progresiva de materias primas como el maíz, soya, palma africana (INEC, 2012; INEC, 2017; INEC, 2020, p. 16-17), lo que provoca especulación durante ciertas temporadas y encarece el costo de la alimentación; y, en consecuencia, la producción de cuyes (Comercio, 2021).

Para una nutrición óptima es necesario conocer las características morfo-fisiológicas del aparato digestivo del cobayo. Estos animales son herbívoros monogástricos con estómago simple y ciego prominente, teniendo una digestión enzimática y microbiana (Spines, 1982; Zaldivar, 1995). El cobayo practica la cecotofia, que le permite mejorar la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína, extracto etéreo y fibra ácido detergente (Hintz, 1969). Además, Sakaguchi (et al., 1987) mencionan que el cobayo tiene una mayor digestibilidad de fibra cruda, fibra neutro y ácido detergente en comparación con el resto de pequeños herbívoros no rumiantes (hámster, conejo y rata), debido al mayor tiempo de retención de materia sólida en el ciego.

La fibra ofrece muchos beneficios en la nutrición de cobayos, pues constituye fuente de energía, a través de los ácidos grasos (acetato, butirato y propionato) resultantes de su fermentación; también tiene efectos en la motilidad y tránsito intestinal. Además, ayuda a conservar las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de la flora microbiana en el ciego, lo que, a su vez, mejora la digestión y absorción de otros nutrientes (Henning y Hird, 1969; García y Velasco, 2007; Sakaguchi, et al., 1997; Demigné, et al., 1986).

Por otro lado, el balance de nitrógeno expresa si el animal está reteniendo nitrógeno, balance positivo, o lo está perdiendo, balance negativo (McDonald, 1999). Un balance negativo implica que las necesidades energéticas y proteicas no son cubiertas o aumentaron, en consecuencia, el animal debe utilizar sus reservas en el músculo estriado, lo que lo pone en un estado catabólico (Klein, 2014; Bailey, et al., 1992). Esta situación no es deseable, ya que supone pérdida de masa corporal y, en consecuencia, de los rendimientos productivos.

Teniendo en cuenta la capacidad del cobayo para digerir fibra y el beneficio que esta produce en el animal, surge la necesidad de conocer su efecto sobre el balance de nitrógeno. Esto resulta beneficioso, ya que permite evaluar si los alimentos fibrosos pueden reemplazar

materias primas comúnmente usadas en la alimentación de cobayos. Por tanto, el presente trabajo de titulación tuvo como objetivos:

- Estudiar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa sobre la excreción de nitrógeno en heces.
- Analizar el efecto de la introducción de diferentes niveles de maralfalfa en las dietas de cuyes sobre la excreción de nitrógeno en orina.

4. Marco Teórico

4.1.El Cuy o Cobayo

El cuy, cobayo o conejo de indias es un mamífero roedor herbívoro originario de las regiones andinas del Ecuador, Bolivia, Colombia y Perú, donde posee un valor sociocultural para sus poblaciones, ya que ha formado parte de su dieta y ciertas tradiciones, especialmente de los campesinos andinos (Chauca, 1997). En Ecuador, de acuerdo con Stahl y Norton (1984), la primera evidencia de domesticación del cobayo se remonta al año 100 a.C. y 800 d.C. durante la fase Guangala, conjetura basada en hallazgos encontrados en Salango, provincia de Manabí, que era una antigua zona comercial del pueblo preincaico. De acuerdo con Hargaden y Singer (2012) la clasificación taxonómica del cuy es la que se presenta en la tabla uno.

Tabla1. Clasificación zoológico

<i>Orden</i>	Rodentia
<i>Suborden</i>	Hystricomorpha
<i>Familia</i>	Cavidae
<i>Subfamilia</i>	Caviinae
<i>Genero</i>	Cavia
<i>Especie</i>	Cavia cobaya
	Cavia porcellus
	Cavia cutleri
	Cavia aparea

Fuente: (Hargaden y Singer, 2012)

4.2.Anatomía Digestiva

El cuy posee una formula dentaria que consiste en un incisivo y cuatro molares a cada lado de la línea media dental del maxilar y la mandíbula, por tanto, posee un total de 20 dientes; además, hay un diastema entre los incisivos y molares, así como la presencia de una papila incisiva, ubicada inmediatamente caudal al par de incisivos (Potter, et al., 1956; Wagner y Manning, 1976). Su tracto gastrointestinal superior está formado por los labios inferior y superior (divido por el filtrum), cavidad bucal, orofaringe, esófago, estómago, un intestino delgado largo y un ciego voluminoso, y, finalmente, el intestino grueso, recto, sacos anales y ano.

La capa muscular del esófago en su porción proximal presenta músculo estriado y el resto músculo liso; por otro lado, las tres regiones del estómago son glandulares (cardias, fundus y píloro), presentándose glándulas de tipo tubulares simples ramificadas. El intestino delgado mide aproximadamente 125 cm, mientras que el ciego mide, en promedio, 16,51 cm de longitud; este último posee un epitelio columnar y presenta saculaciones semicirculares, denominadas haustros, así como también tres agrupaciones lineales de músculo liso, denominadas tenias coli, ambas características favorecen el tránsito del contenido en el ciego, favoreciendo la fermentación como consecuencia del mezclado y ralentización del tránsito en este órgano (Potter, et al., 1956; Wagner y Manning, 1976; Spines, 1982; NRC, 1995).

Las glándulas salivares, el hígado, la vesícula biliar y el páncreas constituyen los órganos accesorios del sistema digestivo del cuy. Se encuentra cuatro glándulas pares: parótida, mandibular, sublingual y molar. El hígado presenta seis lóbulos, un lateral izquierdo y derecho, un medial derecho e izquierdo, y un lóbulo caudado y cuadrático, estos dos últimos son una subdivisión del lóbulo media derecho. De la vesícula biliar se proyecta el conducto cístico para, ulteriormente, unirse con el conducto pancreático y formar el conducto biliar común, que desemboca tres a cuatro milímetros caudal al esfínter pilórico (Potter, et al., 1956; Wagner y Manning, 1976).

La fisiología digestiva del cobayo es similar a la de otros monogástricos, a excepción de la cecotrofia que le permite una mayor digestión de la de la materia seca, materia orgánica, proteína, extracto etéreo y fibra ácido detergente (Hintz, 1969). Además, en 1987 Sakaguchi, et al., mencionan que el cobayo tiene una mayor digestibilidad de fibra cruda, fibra neutro y ácido detergente en comparación con el resto de pequeños herbívoros no rumiantes (hámster, conejo y rata), debido al mayor tiempo de retención de materia sólida en el ciego y también a su gran tamaño. El tiempo de vaciado gástrico es de 2 horas en el cobayo y el tiempo de tránsito gastrointestinal es alrededor de 20 horas (Jilge, 1980).

4.3.Nutrición de Cobayos

Al hablar sobre la nutrición de cobayos, se debe de mencionar que estos se caracterizan por su requerimiento de vitamina C en la dieta, por su incapacidad de sintetizarla (NRC, 1995). Aunado a ello, debe considerarse la observación de Sakaguchi et al., (1987) sobre la mayor capacidad de los cobayos para digerir la fibra con respecto a otros roedores de la misma familia y, en su hábitat natural, Navia y Hunt en 1976 mencionan que este se alimentaba de grandes cantidades de vegetación. Es relevante mencionar que el cobayo puede alimentarse de materia sólida o semisólida a las pocas horas de nacido, lo que hace difícil cambiar sus preferencias

alimenticias en su edad adulta, siendo un animal selectivo y exigente en cuanto a su alimentación (Navia y Hunt, 1976).

Al igual que otros mamíferos, el cobayo necesita un adecuado y balanceado suministro de aminoácidos, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y agua, los cuales varían en su proporción de acuerdo con el estado fisiológico, edad, genotipo y ambiente (Chauca, 1997).

4.3.1. Proteína y aminoácidos

Los cobayos necesitan en sus dietas cierta cantidad de aminoácidos esenciales que no pueden sintetizar, por tanto, es importante suministrar fuentes de proteína de calidad (Navia y Hunt, 1976). Por tanto, hay que tener en cuenta que el cobayo tiene un requerimiento alto en arginina, aminoácido que se encuentra en mayor proporción en las fuentes de proteína vegetal (Wooley y Springs, 1945). En consecuencia, es importante el contenido de aminoácidos de la fuente de proteína, ya que, por ejemplo, la caseína es limitante en arginina, mientras que la soya es limitante el metionina y triptófano (Reid y Mickelsen, 1963). Reid y Sallmann (1960) mencionan que el cobayo tiene un requerimiento alto en triptófano (0,16 – 0,20 %) y que el isómero L fue más activo que el D, en este mismo ensayo, se encontró que el cobayo requiere un alto nivel de niacina (20 mg/100 g de dieta).

En la etapa de recría, el cobayo muestra un crecimiento acelerado, lo que demanda un adecuado suministro de proteína. Augustín et al., (1984), no encontraron diferencia estadística para el incremento de peso al alimentar cuyes con dietas entre el 13 y 25% de proteína, las fuentes que usaron fue soya, alfalfa y harina de pescado. Por tanto, esto podría sugerir, que la necesidad de proteína está en función del valor biológico de la fuente de proteína; este se puede aumentar al brindar una dieta con varias fuentes de proteína (animal y vegetal) y suplementando aquellos aminoácidos limitantes.

Así mismo, Cerna (1997), evaluó dietas con diferentes niveles de proteína 19,94, 20,20 y 22,56 %, usando como fuente de proteína residuos de cervecera, torta de soya y salvado de trigo, encontrando mejores resultados en con el nivel de 20,20%. Por otro lado, se observa que el mejor crecimiento y menor costo se logra con un nivel del 18,35% de proteína y 3,32 Mcal/kg de energía (Saravia, et al., 1992). Mercado et al., (1974) observó que las necesidades de proteína en la etapa de cría son similares a las encontradas para las de recría. Por tanto, se puede decir que la necesidad para el cobayo en la etapa de cría y recría depende de la calidad y variedad de las fuentes de proteína, en consecuencia, esta variaría desde 13 a 21%.

Chauca et al., (1995), evaluaron diferentes niveles de proteína para la etapa de cebo, encontrando que un nivel de 18% de proteína logró mejores resultados en incremento de peso y conversión alimenticia con respecto a 18,5, 14 y 16,73%; además, menciona que dicha etapa ha de durar dos semanas, ya que este tiempo basta para lograr el crecimiento compensatorio característico de esta etapa.

4.3.2. Energía

El NRC (1978) sugiere 3 Mcal/kg para obtener un buen crecimiento y conversión alimenticia. También hay que considerar que en otros trabajos se encontró mejora en la ganancia de peso y mayor eficiencia alimenticia con un alto nivel de energía (Mercado, 1974; Carrasco, 1969).

4.3.3. Grasa y ácidos grasos esenciales

No se mostraron signos de deficiencia de grasa cuando se suministró una dieta con 7,3% de aceite de maíz como grasa (Reid y Martin, 1959). Además, Wagner y Manning (1976), mencionan que el cobayo requiere de una cantidad considerable de ácidos grasos insaturados, una opción sería incluir 1% de aceite de maíz.

4.3.4. Fibra

Zaldivar (1995) recomienda un nivel de fibra del 5 al 18 %, dependiendo del tipo de alimentación, ya que cuando se da una alimentación mixta, balanceado y forraje, no habrá de preocuparse por este nutriente, debido al alto contenido de fibra en los pastos y forrajes, mientras que se requiere un mínimo de 18 % para una alimentación que consta sólo de balanceado. Sin embargo, Carampoma et al., (1991) observa que a un nivel de 10% de fibra se logró un mejor incremento de peso y conversión alimenticia, frente al 15 y 20 % de fibra.

4.3.5. Vitaminas

Cobayos alimentados con una dieta que contiene entre 6,6 y 9,9 mg/kg de vitamina A mostraron la mejor ganancia de peso diario y almacenamiento en el hígado; sin embargo, es importante recalcar que la proteína juega un rol importante en la utilización y conversión de los β -carotenoides en vitamina A, observándose que la proteína ingerida es directamente proporcional a la utilización de vitamina A (Gil, et al., 1968; Deshmukh y Ganguly, 1964).

Las necesidades de vitamina D del cobayo se encuentra entre 1000 y 2000 UI/ kg de dieta (Navia y Hunt, 1976). Con respecto a la vitamina E, Farmer et al., (1950), las necesidades se encuentran entre 1,5 y 6 mg por animal al día. Por otro lado, las necesidad de suministrar vitamina K en la dieta parece no ser relevante, ya que los cobayos, gracias a la impetuosa actividad de la flora microbiana intestinal, producen vitamina K (Dam, et al., 1987).

El requerimiento de tiamina (vitamina B₁) en cobayos depende del tipo de sales minerales que se le aporte, ya que la molécula es inestable y podría afectarse por agentes oxidantes, tal como el H₂PO₄, presente en algunas sales. Cuando esta se encuentra en la sal, el requerimiento será igual o mayor a dos miligramos por kilogramos de dieta, y cuando no se encuentra, será igual o menor que 2 mg/kg (Reid y Bieri, 1967). La necesidad de niacina es inversamente proporcional a la cantidad de triptófano aportado en la dieta, por ejemplo, fueron necesario 10 mg/kg cuando se alimentaron a los cobayos con una dieta que contenía 30% de proteína de soya, la cual es un poco limitante en triptófano (Reid, 1961). Los requerimientos para piridoxina y ácido pantoténico son 2-3 mg/kg y 20 mg/kg de dieta, respectivamente (Reid, 1964; Reid y Briggs, 1954).

En las primeras semanas de vida, el cobayo tiene un requerimiento alto de ácido fólico, no menos de 6 mg/kg para un máximo crecimiento y producción y mantenimiento de leucocitos (Reid, et al., 1956). La colina puede ser sintetizada por los cobayos a partir de la metilación de amino etanol, siendo la metionina el principal donador del grupo metil, por tanto, dietas con una fuente de proteína de calidad puede disminuir las necesidades de colina, además, el ácido fólico y vitamina B₁₂ contribuyen al proceso de metilación (Navia y Hunt, 1976; Griffith y Nyc, 1971). El máximo crecimiento y supervivencia se logró con 1 a 1,5 g/kg de colina (Reid, 1955).

Los cobayos genéticamente son deficientes en l-gulonolactona oxidasa y, aunado a ello, el recambio de ácido ascórbico es rápido y la retención de los tejidos es baja, por tanto, el cobayo requiere un suministro, para obtener un buen crecimiento y supervivencia de 2 a 5 mg por animal al día, o en su defecto 0,7 mg/100 kg de peso vivo (Navia y Hunt, 1976; Mannering, 1949).

4.3.6. *Minerales*

Morris y O'Dell (1963) sugieren que el Ca y Mg son antagonistas, y los excesos del primero aumentan los de Mg, en consecuencia, el requerimiento de calcio se ha de mantener en un rango de 0,8 a 1% de la dieta. Por el contrario, la deficiencia de Mg y K puede aumentar los niveles de fósforo en el organismo, aumentando la propensión de inducir toxicidad por fósforo (House y Hogan, 1955); así mismo, un aumento en la cantidad de fósforo disminuye la absorción de Mg, y en menor proporción la de Ca y K (O'Dell, et al., 1957).

Entonces, el Mg, P y K se mantendrán a un nivel de 0,3-1,2, 0,4 y 0,4-0,5%, respectivamente, teniendo en cuenta que los excesos de fósforo causan calcificación de los tejidos blandos y que el Mg, K y Na reducen dichas lesiones al aumentar sus niveles (Morris y

O'dell, 1963; House y Hogan, 1955; Grace y O'del, 1968; Hogan, et al., (1950); entonces, los requerimientos de Mg, K y Na dependen también de los niveles de P en la dieta (Navia y Hunt, 1976). Al hablar sobre el zinc, Navia y Hunt (1976) observaron una mayor ganancia de peso con dietas que contenían 75 a 100 ppm de sulfato de zinc.

4.4. Maralfalfa (*Pennisetum spp*)

Es un pasto de clima tropical y subtropical húmedo, perenne y de alto rendimiento, que ha sido introducido en Latinoamérica, por su potencial uso como especie forrajera (León, et al., 2018; Clavero y Razz, 2009). Debido a ello, ha aumentado el interés por conocer su valor nutricional (tabla 2) y sus aplicaciones en la alimentación animal, en este mismo contexto, Luna et al., (2015) observa que el mayor valor nutritivo se presentó a los 60 a 75 días, coincidiendo con los resultados encontrados por Maldonado et al., (2021). Por otra parte, Luna, et al., (2015) observa un rendimiento de materia seca de 8,08 tMS/ha/corte a los 60 días de rebrote, mientras que Maldonado et al., (2021) encontró a la misma edad un rendimiento de 4,5 tMS/ha/corte.

Tabla 2. Valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum spp*)

Componentes	60 días (Luna et al., 2015)	60 días (Maldonado et al., 2021)
<i>MO</i>	14,33	-
<i>MS</i>	81,31	-
<i>PB</i>	10,44	15,8
<i>FB</i>	32,15	-
<i>EE</i>	1,39	-
<i>Cenizas</i>	-	15,1
<i>ELN</i>	-	47,4
<i>FDN</i>	-	62,0
<i>FDA</i>	-	32,6
<i>DIVMS</i>	-	84,4

4.5. Métodos de determinación de nitrógeno

El nitrógeno es posible obtenerse a través de métodos analíticos, que incluyen procesos químicos, o con métodos automatizados y radio-químicos. El método de Kjeldahl es el que se

utiliza más ampliamente en laboratorios de nutrición, dada su precisión y confiabilidad consiste en la digestión de la muestra con H_2SO_4 , causando destrucción oxidativa de la materia orgánica y convirtiendo todo el nitrógeno presente, excepto el que está en forma de nitritos o nitratos, a sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$, este último será enfriado, neutralizado y destilado con NOH , transformando el N en amoniaco ionizado (Church et al., 2002; McDonald, 1999; Romero, 1997).

Luego de la destilación, esta se recoge en una solución ácida normalizada y se cuantifica el nitrógeno amoniacal por medio de una volumetría ácido-base usando como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno; aunque, en la actualidad se pueden utilizar los métodos espectrofotométricos para determinar la cantidad de N, sin necesidad de destilar o titular la muestra digerida (Church et al., 2002; McDonald, 1999; Romero, 1997; Martínez et al., 2013). Otros métodos utilizados son el de Dumas y del rayos infrarrojos o espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo (Church et al., 2002; McDonald, 1999; Romero, 1997),

4.6. Digestión proteica

La digestión proteica comienza en el estómago, el cual tamiza y mezcla el contenido alimenticio con el HCl , pepsina, quimosina y renina (neonatos), que actúan sobre las proteínas presentes en el alimento, dando lugar a péptidos de cadena corta. Aunque la digestión de las proteínas comienza en el estómago, es en el intestino donde este proceso culmina, gracias a la acción de las enzimas pancreáticas (Tripsina, Quimiotripsina, Elastasa, Carboxipeptidasa A y Carboxipeptidasa B) y a las enzimas del glicocálix o membrana apical de los enterocitos; pues, es en esta última estructura donde los péptidos de cadena corta se hidrolizan y liberan tripéptidos, dipéptidos y aminoácidos (Klein, 2014; Reece et al., 2015).

Las enzimas del glucocálix deja como resultado aminoácidos libres, dipéptidos y tripéptidos. Los aminoácidos libres atraviesan los enterocitos por difusión facilitada (cotransportadores aminoácidos/ Na^+), la cual se logra debido alto gradiente de concentración de los aminoácidos y sodio sobre la membrana apical. Se necesita de transporte activo para el transporte de dipéptidos y tripéptidos. Estos últimos serán hidrolizados por endopeptidasas y reducidos a aminoácidos (Reece et al., 2015).

4.7. Metabolismo de nitrógeno

Durante la absorción de aminoácidos, una parte de estos sufre desaminación, particularmente el glutamato y aspartato, con la consecuente transaminación del piruvato para formar alanina, por tanto, el metabolismo proteico inicia en los enterocitos (Klein, 2014). El

resto de los aminoácidos que no son eliminados en los enterocitos, se integran a la circulación portal y una parte de ellos se usa para síntesis de proteínas hepáticas y plasmáticas (albúmina, globulinas y fibrinógeno), mientras que otra pasa a la circulación sistémica como aminoácidos libres (Guyton y Hall, 2011).

En la fase post-absortiva de nutrientes, los aminoácidos son almacenados en los tejidos gracias al estímulo de la insulina, mientras que, en el período entre comidas, estos se desaminan para obtener energía y el amoníaco resultante es eliminado por la síntesis de urea (Guyton y Hall, 2011).

El catabolismo proteico también incluye la descarboxilación, la cual tiene diversas funciones biológicas, pues, la descarboxilación de la histidina da como producto la histamina, siendo un importante intermediario de los procesos inflamatorios (Shimada, 2003).

4.8. Balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno, tal como se demuestra en su fórmula, es la diferencia entre el nitrógeno ingerido y el excretado en heces y orina (Jensen, et al., 2014), este último representan los productos del metabolismo animal, el N de la orina proviene principalmente de la urea, que a su vez refleja el catabolismo proteico, y de los aminoácidos excedentes, mientras que el fecal refleja el nitrógeno de enzimas digestivas, enterocitos descamados y el N dietético (Thiers y Bowen 2011; Shah et al., 1982). Por tanto, un animal puede encontrarse en balance nitrogenado positivo, negativo o en equilibrio (McDonald, 1999).

5. Metodología

5.1. Lugar de Ejecución y Período de Duración

El presente proyecto se desarrolló en el bloque de metabolismo del *Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Nutrición Animal* (CIDiNA) de la Quinta Experimental Punzara, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia urbana Punzara del cantón Loja, provincia de Loja; con las coordenadas 4°02'25.0"S 79°12'35.4" E (ver imagen 1). El centro se encuentra a altura de 2.211,0299972 m s.n.m., con una temperatura media de 16,5°C y humedad relativa de 80%.

Figura 1. Ubicación de CIDiNA



Fuente: Google maps

5.2. Animales, alojamiento y manejo

Se utilizaron 40 cuyes adultos, 20 machos y 20 hembras, de tipo A1 mejorados, de 83 días de edad y peso promedio de 1093 ± 192 g. Los cobayos fueron pesados al inicio y al final de período de colección de heces y orina. Se alojaron en jaulas metabólicas individuales de malla galvanizada (46 x 26 x 51 cm) con una temperatura ambiente de $20,5 \pm 2,37$ °C y $61,4 \pm 6,35$ % de humedad (media más su desviación estándar). El alimento y agua se administró *ad libitum*, en comederos tipo tolva y bebederos de chupón con botella, respectivamente. Se estableció un periodo de adaptación de siete días, mientras que los 4 días posteriores se colectó las heces y orina.

5.3. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial (4x2), tomando como factores, los diferentes niveles de inclusión de maralfalfa (0, 2, 16 y 32%) y el sexo.

5.4. Alimentos, dieta y alimentación

Los dietas se formularon usando la herramienta solver de Excel en base a los requerimientos nutricionales para cobayos del NRC (1995). Como ingredientes se utilizó afrecho de trigo, trigo, paja de arroz, maralfalfa, harina de soja, aceite de palma, melaza de caña, sal, L-Lisina-HCL, DL-metionina, treonina, bicarbonato de sodio, premezcla vitamínica-mineral, carbonato de calcio, fosfato mono cálcico, levadura de cerveza y bentonita. Las dietas fueron isoproteicas (18%) e isoenergéticas (2800 Kcal), ya que el objetivo fue evaluar la inclusión de la maralfalfa como una fuente de fibra insoluble, lo cual se logró reemplazando los niveles de trigo y salvado de trigo por maralfalfa. La vitamina C fue incluida, mezclada y homogenizada después de la pelletización.

Tabla 3. Ingredientes y composición química de las dietas

Ítem	Nivel de inclusión de Maralfalfa			
	0%	2%	16%	31%
<i>Ingredientes, % en base fresca del piensa</i>				
Afrecho de trigo	26,6	37,9	25,8	12,6
Trigo	27,9	12,2	6,12	-
Paja de arroz	19,9	19,9	19,9	19,9
Maralfalfa	-	1,74	16,2	31,4
Harina de soja	14,2	13,7	17,8	22,2
Aceite de palma	3,28	6,66	6,66	6,66
Melaza de caña	3,98	3,98	3,98	3,982
Sal	0,476	0,398	0,398	0,398
L-Lisina-HCL	0,322	0,318	0,267	0,211
DL-Metionina	0,126	0,131	0,136	0,141
Treonina	0,199	0,217	0,211	0,204
Bicarbonato de sodio	0,313	0,136	0,000	-
Premezcla vitamínica-mineral ¹	0,199	0,199	0,199	0,199
Vitamina C	0,040	0,040	0,040	0,040
Carbonato de calcio	2,055	2,030	1,78	1,12
Fosfato mono cálcico	-	-	-	0,429
Celmanax ²	0,100	0,100	0,100	0,100
Bentonita	0,398	0,398	0,398	0,398
<i>Composición química obtenida (% en base seca)</i>				
Materia seca	88,0	88,0	87,3	87,7
Humedad	12,0	12,0	12,7	12,3
Cenizas	13,0	12,0	13,0	13,7
Proteína cruda	18,0	17,0	17,2	18,2
Extracto etéreo	6,00	9,00	9,10	7,70
ELN	50,0	48,0	43,1	39,9
Fibra cruda	13,0	14,0	17,6	20,5
<i>Composición química estimada (% en tal como ofrecido)</i>				
Energía digestible, kcal/kg	2800	2800	2800	2800

FND	28,0	32,0	36,0	40,0
Almidón	21,0	13,0	8,00	2,00
Lisina	0,800	0,800	0,800	0,800
Metionina	0,300	0,300	0,300	0,300
Treonina	0,600	0,600	0,600	0,600
Calcio	1,00	1,00	0,900	0,800
Fósforo total	0,400	0,500	0,400	0,400
Na	0,300	0,200	0,200	0,200
K	0,500	0,500	0,500	0,600
Cl	1,000	1,00	1,00	1,00

¹La premezcla vitamínica-mineral proveyó por kg kilogramo: Zn, 90 000 mg; Fe, 75 000 mg; Mn, 25 000 mg; Cu, 7000; Mg, 2000 mg; I, 500 mg; Se, 200 mg; Vitamina A, 7 000 000 UI; Vitamina D₃, 1 200 000 UI; Vitamina E, 35 000 UI, Vitamina K₃, 2000 mg; Vitamina B₁, 1500 mg; Vitamina B₂, 3000 mg; Vitamina B₆, 2500 mg; Vitamina B₁₂, 20 mg; Niacina, 20 000 mg; Biotina, 80 mg; Ácido pantoténico, 12 000 mg; Ácido Fólico, 250 mg; Colina, 100 000 mg y Antioxidante, 2000 mg.

²El celmanax está compuesto de *Saccharomyces cerevisiae*.

5.5. Variables de Estudio

- Nitrógeno ingerido.
- Nitrógeno excretado en heces.
- Nitrógeno excretado en orina.
- Balance de nitrógeno.
- Retención de nitrógeno.

5.6. Procedimiento de colección

Las heces y orina fueron colectadas, pesadas y almacenadas dos veces al día (7 am y 7 pm). Luego de 4 días, las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Suelos, Agua y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

5.7. Análisis químicos

Se obtuvo la materia seca (MS), humedad (método 934.01), nitrógeno total/proteína cruda (método 2001.11), extracto etéreo (método 948.22), fibra cruda (978.10), extracto libre de nitrógeno y cenizas (método 923.03) de cada dieta, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la AOAC (2016). Por el contrario, de las heces y orina se determinó únicamente el nitrógeno total, siguiendo el mismo método para el alimento.

5.8. Cálculos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.9. Análisis estadísticos

Los resultados se analizaron a través de un ANOVA en donde los factores de variación fueron la dieta, el sexo y la interacción de estos dos factores. Las medias se compararon por medio de un t-test protegido. Los p-valores <0,05 fueron considerados como significativos.

5.10. Consideraciones Éticas

Los animales fueron criados y sacrificados de acuerdo con las normas para el cuidado y uso de los animales en investigación del “Código Orgánico del Ambiente” (ROS No 983, Ecuador).

6. Resultados

En la tabla 4 se presenta los resultados de los análisis estadísticos del alimento ingerido, nitrógeno ingerido y nitrógeno excretado en heces y orina. Los valores representan las medias y, en las filas superiores, el error estándar de la media y p valor.

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

Nivel de Maralfalfa	Sexo	Alimento Ingerido (g/día)	Nitrógeno ingerido (g/día)	Nitrógeno excretado en orina (g/día)	Nitrógeno excretado en heces (g/día)
<i>0</i>		99,4	2,53	0,916	0,432 ^a
<i>2</i>		97,6	2,40	0,795	0,396 ^a
<i>16</i>		110	2,64	0,915	0,544 ^b
<i>32</i>		105	2,68	0,972	0,549 ^b
	M	114	2,83	0,933	0,573
	H	92,3	2,30	0,865	0,388
<i>EEM</i>	Nivel	5,00	0,124	0,070	0,039
	Sexo	0,088	0,088	0,050	0,028
	Nivel× Sexo	7,08	0,176	0,010	0,056
<i>P valor</i>	Nivel	0,321	0,377	0,357	0,017
	Sexo	<0,001	<0,001	0,343	<0,001
	Nivel× sexo	0,952	0,957	0,742	0,743

Con respecto al alimento ingerido no se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes niveles de inclusión de maralfalfa, obteniéndose una media de 103 g/día entre los 40 animales que conformaron el total unidades experimentales; tampoco hubo interacción entre los niveles de inclusión y el sexo, sin embargo, si hubo diferencia estadística entre sexo ($p < 0,001$), en el cual el macho comió un 24% más que las hembras. De manera similar, no se observó diferencia en el nitrógeno ingerido con respecto a los diferentes niveles de maralfalfa (2,56 g/día, media de los cuatro tratamientos) ($p = 0,321$) y la interacción entre niveles y sexo ($p = 0,952$); mientras que, por otro lado, se encontró diferencia estadística significativa en el nitrógeno ingerido entre ambos sexos ($p < 0,001$), siendo el macho el que consiguió ingerir mayor cantidad de nitrógeno, con un 23% por encima de la media de las hembras, 2,83 y 2,3 g/día, respectivamente. Para el nitrógeno ingerido tampoco hubo interacción entre los niveles de inclusión y el sexo.

La excreción de nitrógeno en orina no presentó diferencia estadística significativa con los diferentes niveles de inclusión de maralfalfa, por tanto, se obtuvo una media de 0,899 g/día entre los cuatro tratamientos. Con respecto al sexo no se observó significancia, vislumbrándose

una media entre machos y hembras de 0,949 g/día, e incluso, no se observó diferencia significativa en la interacción entre los niveles y el sexo.

El N fecal mostró diferencia con la inclusión de maralfalfa ($p=0,017$), el nivel 16 y 32% de maralfalfa mostró mayor excreción de nitrógeno con respecto al 0 y 2% (figura 2). La excreción de nitrógeno en heces con respecto al sexo también mostró diferencia estadística significativa ($p<0,001$), evidenciándose que el macho excretó un 48% más de nitrógeno que las hembras, 0,573 y 0,388 g/día, respectivamente. Sin embargo, en la interacción entre el nivel de inclusión de maralfalfa*sexo no se mostró diferencias en relación con la excreción de nitrógeno fecal ($p=0,743$).

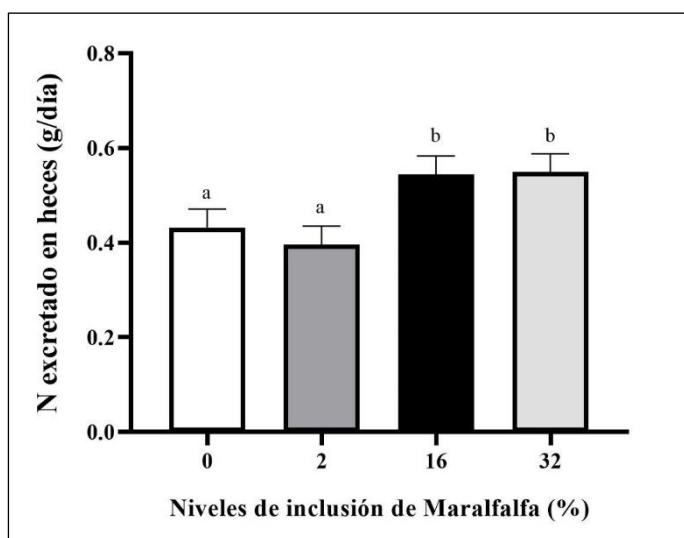


Figura 2. Excreción de N fecal con los distintos niveles de inclusión de maralfalfa

En la tabla 5 se presenta los resultados de los análisis estadísticos del nitrógeno retenido, tasa de retención de nitrógeno, digestibilidad de nitrógeno y tasa de retención de nitrógeno basado en lo digerido. Los valores representan las medias y, en las filas superiores, el error estándar de la media y p valor.

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

Nivel	Sexo	Nitrógeno retenido	Tasa de retención de nitrógeno	Digestibilidad del nitrógeno	Tasa de retención de nitrógeno basado en lo digerido
0		1,18	0,465	0,830 ^a	0,560
2		1,20	0,500	0,838 ^a	0,598
16		1,18	0,448	0,797 ^b	0,562
32		1,16	0,438	0,799 ^b	0,547
	Machos	1,32	0,470	0,800	0,588
	Hembras	1,04	0,455	0,833	0,546
EEM	Nivel	0,070	0,020	0,008	0,025
	Sexo	0,049	0,014	0,005	0,017

	Nivel x Sexo	0,099	0,028	0,011	0,035
P valor	Nivel	0,981	0,154	<0,001	0,511
	Sexo	<0,001	0,465	<0,001	0,104
	Nivel x Sexo	0,239	0,174	0,249	0,309

Ninguno de los niveles de maralfalfa tuvo diferencia en la retención de nitrógeno, obteniéndose así una media de 1,18 g/día entre los cuatro niveles ($p=0,981$). Por otro lado, los machos retuvieron un 27% más de nitrógeno que las hembras ($p<0,001$). No se observó diferencias en la retención de nitrógeno en la interacción niveles de inclusión de maralfalfa*sexo ($p=0,239$). La tasa de retención de nitrógeno no se presentó diferencia entre los diferentes niveles de maralfalfa, el sexo o la interacción de ambos ($p=0,154$, $0,465$ y $0,174$, respectivamente).

La inclusión de maralfalfa a distintos niveles produjo diferencias en la digestibilidad de nitrógeno ($p<0,001$), el 0 y 2% de maralfalfa presentó mayor digestibilidad frente al 16 y 32% (figura 3). Las hembra mostraron una mayor digestibilidad de nitrógeno frente a los machos ($p<0,001$), o sea un cuatro por ciento superior. Sin embargo, no se observó diferencias en cuanto a la interacción ente nivel y sexo.

En lo que respecta a la tasa de retención de N basado en el N digerido no se vislumbró ninguna diferencia con los diferentes niveles de maralfalfa, tampoco la hubo entre macho y hembras e incluso en la interacción entre nivel y sexo, con una media de 56,7% para animales de las cuatro dietas y entre machos y hembras.

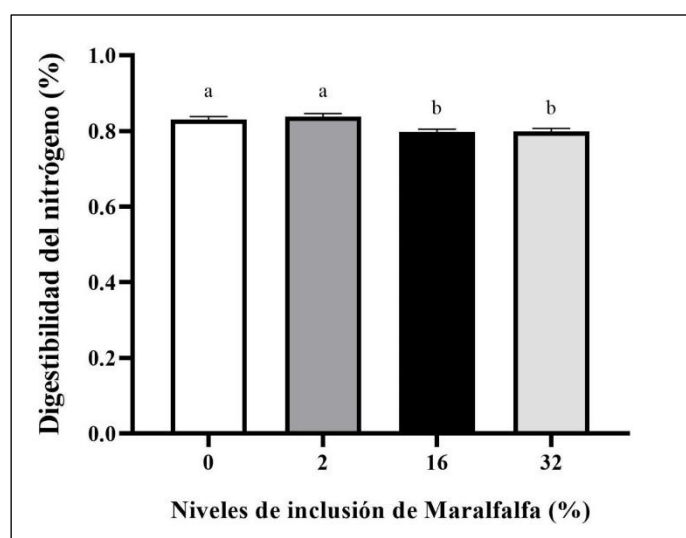


Figura 3. Digestibilidad de N en los diferentes niveles de inclusión de maralfalfa

7. Discusión

Los resultados no muestran efecto de los niveles de inclusión de maralfalfa sobre la ingesta diaria de alimento y nitrógeno, esto se contrapone a lo observado por Shah et al., (1982), en ratas al aumentar el nivel salvado de trigo en la dieta, resultados similares obtuvo Jensen et al., (2014), que compararon la ingesta de alimento y nitrógeno en caballos con heno de timoteo, heno+pulpa de remolacha azucarera amezclada (PRAA), cebada y heno+PRRA+cebada, siendo la dieta de heno la que obtuvo el mayor consumo. A estas diferencias se puede atribuir el hecho de que las dietas evaluadas en este proyecto de investigación son isoproteicas e isoenergéticas, lo cual puede explicar que el animal no deba hacer modificaciones en su consumo para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Los cambios en el consumo de alimento pueden ser explicados por el efecto fisiológico de la fibra insoluble sobre el tiempo de retención media (TRM), la cual tiende a acortarlo, tal como lo demuestra Jensen et al., (2014), y Walker (1975), así como también lo menciona Falcón et al., 2011. A pesar de ello, el consumo de alimento no se vio afectado por el efecto de la fibra sobre el TRM, esto posiblemente debido a que los niveles de fibra desde el primer nivel de inclusión de maralfalfa no fueron nada despreciables y, en consecuencia, su efecto estaría al máximo.

Se observó diferencia en la ingesta de alimento y nitrógeno entre hembras y machos, esto se compadece con los resultados obtenidos por Rodríguez y Méndez (2017), lo cual puede ser consecuencia de los factores endocrinos inherentes al sexo, por ejemplo, Cjaza y Goy (1975) informaron un menor consumo de la hembra durante la fase del estro, por otro lado, Guerrero, Parmo y González (2011), observaron que los machos obtenían mayores ganancias diarias de peso con respecto a la hembra, y una tendencia al mayor consumo de estos. Guyton y Hall (2011) mencionan que la testosterona produce un mayor depósito de aminoácidos en los tejidos corporales.

La excreción de N en orina, N retenido, tasa de retención de N y tasa de retención de N basado en lo digerido no mostraron cambios con los distintos niveles de inclusión de maralfalfa, resultados parecidos obtuvo Jensen et al., (2014), cuando evaluó el efecto de la fibra dietética y sus fracciones en el balance de nitrógeno, encontrando que la inclusión de Heno de Timoteo, cebada o melaza de pulpa de remolacha azucarera no causó efectos en el N urinario, N retenido y tasa de retención de N; Thiers y Bowen (2011), encontraron cantidades de N retenido sin diferencias al comparar una alimentación a base de heno y otra a base de granos, mientras que N urinario del grupo heno fue menor al grupo grano. En consecuencia, parece que los alimentos con altos contenidos de fibra insoluble no afectan el metabolismo de nitrógeno.

El metabolismo de nitrógeno parece responder a otros factores, tales como fuente, propiedades fisicoquímicas, digestibilidad de los ingredientes (Souza y Dos Santos, 2002; Bailey et al., 2002; Oloukun, 2005; Eggum y Juliano, 1973), endocrinos (Silbert y Porter, 1953; Guyton y Hall, 2011), edad (Xiccato y Cinetto, 1988), ejercicio (Harvey, et al., 1939), estado nutricional (Bailey, et al., 2002), estado fisiológico (Morrison, 1956) y de salud del animal (Bailey, et al., 2002).

Se observó que con el nivel 16 y 32% de maralfalfa se incrementó la excreción de nitrógeno fecal y provocó una disminución en la digestibilidad del N. Esto podría deberse al aumento del nivel de fibra cruda, ya que la inclusión del 16 y 32% de maralfalfa aumentó el nivel de fibra cruda a 17 y 20%, respectivamente. Estos hallazgos se compadecen con los de Jensen et al., (2014), Mongeau et al., (1989), Thiers y Bowen (2011), Shah et al., (1982), y Walker (1975), los cuales observaron que, al incluir fuentes de fibra insoluble, aumentó la excreción fecal de N y disminuyó la digestibilidad de N, siendo mayor este efecto entre más alto sea el nivel de dicho alimento.

Falcon et al., 2011, y Shah et al., 1982, proponen que este efecto puede ser consecuencia de la acción de uno o de todos los efectos fisiológicos de las fibras insolubles: aumento en la velocidad de descamación del epitelio intestinal, disminución del tiempo de tránsito intestinal, interacción con ciertos aminoácidos o aumento de la secreción de enzimas digestivas (nitrógeno fecal endógeno). Este último efecto fisiológico se respalda con los resultados de Shah et al., (1982), quien demostró que al brindar al animal una fuente de fibra insoluble (salvado de trigo) incrementó la excreción de N fecal endógeno, así como el dietético, por lo que resulta lógico pensar que el resto de los efectos fisiológicos influyen en la digestión y absorción del N dietético, incrementando así su excreción. Walker (1975) parece defender también esta teoría. Eso sugiere que todos estos mecanismos interactúan en el aumento de N fecal.

Es curioso pensar como una disminución de la digestibilidad del N no afecta la retención de nitrógeno, ya que, en teoría, habría menos N digerido. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las necesidades de proteína fueron cubiertas ya que, como mencionamos, estas rondan entre el 13 a 21%, dependiendo de la calidad y digestibilidad, por tanto, los excesos, como menciona Thiers y Bowen (2011) y Guyton y Hall (2011), pueden ser eliminados vía urinaria. Por otro lado, Morrison (1956), observó que las hembras preñadas disminuyen su consumo de alimento y nitrógeno en los días previos al parto, pero, esto no afectó su balance de nitrógeno. Esto sugiere que los cobayos poseen mecanismos que permiten mantener su

balance de nitrógeno en situaciones de déficit, como podría ser la resorción de aminoácidos en los túbulos distales (Guyton y Hall, 2011).

Los machos mostraron una retención de nitrógeno mayor al de las hembras, sin embargo, cuando observamos la tasa de retención de nitrógeno con respecto a lo ingerido y digerido, podemos conjeturar que esta diferencia sólo es numérica, y responde al mayor consumo de alimento y nitrógeno por parte de los machos. La digestibilidad de nitrógeno fue mayor en las hembras, sin embargo, también debemos mencionar que los machos excretaron mayores cantidades de N fecal, ello explica su menor digestibilidad.

8. Conclusiones

- La inclusión de maralfalfa por encima del 16% a la dieta provocó un incremento en la excreción de nitrógeno fecal y una disminución de la digestibilidad del nitrógeno. Por otro lado, los machos mostraron una mayor excreción de nitrógeno fecal, pero, una menor digestibilidad del N fecal.
- La inclusión de maralfalfa a la dieta no influyó en la excreción de nitrógeno urinario, nitrógeno retenido, tasa de retención de nitrógeno y tasa de retención basado en lo digerido.

9. Recomendaciones

- Es necesario determinar las fracciones de fibra dietética en la maralfalfa y su proporción.
- Se debe investigar si el aumento del N fecal es de origen endógeno o dietético, ya que esto contribuiría a esclarecer el efecto que ejerce la fibra en la digestión y absorción de nitrógeno.

10. Bibliografía

- AOAC International. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International. Gaithersburg, United States. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- Augustin, A., Chauca, L., Muscari, G. y Zaldívar, M. (1984). Diferentes niveles de proteína en la ración y su efecto en el crecimiento de cuyes en su primera recría (1-4 semanas). VII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
- Bailey, J., Barker, R., y Karlstad, M. (1992). Total parenteral nutrition with short-and long-chain triglycerides: triacetin improves nitrogen balance in rats. *The Journal of nutrition*, 122(9), 1823-1829. <https://doi.org/10.1093/jn/122.9.1823>
- Carampoma, V., Castro, B. y Chirinos, P. (1991). *Acción de enzimas digestivas a suplementos con diferentes niveles de fibra en el engorde de cuyes*. Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
- Carrasco, V. (1969). *Utilización de tres raciones en el crecimiento y engorde de cuyes* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Biblioteca Agrícola Nacional.
- Cerna, M. (1997). *Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecía seco en el crecimiento y engorde de cuyes* (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Biblioteca Agrícola Nacional.
- Chauca, L., Calapuja, A. y Rojas, S. (1995). *Evaluación de raciones de acabado para cuyes*. XVIII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
- Chauca, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). FAO. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VxLVzsZ5HWcC&oi=fnd&pg=PR3&dq=manejo+de+cuyes&ots=XP8iZoF5Fp&sig=wkJzGcSTCQoJyLyYOW_EwTfHdfc#v=onepage&q=manejo%20de%20cuyes&f=false

- Church, D., Pond, W. y Pond, K. (2002). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial LIMUSA, S.A.
- Clavero, T. y Razz, R. (2009). Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26, 78-87. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000100005
- Consejo nacional de investigación (NRC). (1995). *Necesidades de nutrientes de los animales de laboratorio*. Prensa de las Academias Nacionales. <https://doi.org/10.17226/4758>.
- Czaja, J., y Goy, R. (1975). Ovarian hormones and food intake in female guinea pigs and rhesus monkeys. *Hormones and Behavior*, 6(4), 329-349. [https://doi.org/10.1016/0018-506X\(75\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0018-506X(75)90003-3)
- Dam, H., Schonheyder, F. y Lewis, L. (1987). The requirement for vitamin K of some different species of animals. *Biochemical Journal*, 31 (1), 22-27. [10.1042/bj0310022](https://doi.org/10.1042/bj0310022)
- Demigné, C., Yacoub, C., y Rémésy, C. (1986). Effects of absorption of large amounts of volatile fatty acids on rat liver metabolism. *The Journal of nutrition*, 116(1), 77-86. <https://doi.org/10.1093/jn/116.1.77>
- Deshmukh, D. y Ganguly, J. (1964). Effect of dietary protein contents on the intestinal conversion of β -carotene to vitamin A in rats. *Indian Journal Biochemistry*, 1, 204-207.
- Eggum, B., y Juliano, B. (1973). Nitrogen balance in rats fed rices differing in protein content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(8), 921-927. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740240809>
- El Comercio. (9 de diciembre 2021). Agricultores e industriales reclaman por especulación. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/agricultores-importacion-maiz-especulacion->

[productores.html#:~:text=Entre%20enero%20y%20septiembre%20de,en%20el%202019%2C%2037%20000.](#)

- Falcon, M., Barrón, J., Romero, A. y Domínguez, M. (2011). Efecto adverso en la calidad proteica de los alimentos de dietas con alto contenido de fibra dietaria. *Revista chilena de nutrición*, 38(3), 356-367. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000300012>
- Farias, C., Delgado, M., Allam, R., Brambillasca, S., Ocasio, C., Carabaño, R., y Nicodemus, N. (2018). Efecto del nivel de fibra soluble e insoluble sobre la composición química corporal, de la canal, y el balance nitrogenado y energético en conejos en crecimiento. Universidad Politécnica de Madrid. <https://asescu.com/43-symposium-cunicultura-calamocho-2018/>
- Farmer, F., Mutch, B., Bell, J., Woolsey, L., y Crampton, E. (1950). The vitamin E requirement of guinea pigs. *The Journal of Nutrition*, 42 (2), 309-318. <https://doi.org/10.1093/jn/42.2.309>
- García, P., y Velasco, C. (2007). Evolución en el conocimiento de la fibra. *Nutrición hospitalaria*, 22, 20-25. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v22s2/fisiologia3.pdf>
- Gil, A., Briggs, M, Typpo, J., y Mackinney, G. (1968). Requerimiento de vitamina A del cuy. *The Journal of Nutrition*, 96 (3), 359-362. <https://doi.org/10.1093/jn/96.3.359>
- Grace, D., and O'Dell, B. (1968). Potassium requirement of the weanling guinea pig. *The Journal of Nutrition*, 94, 166—170.
- Griffith, W. y Nyc, J. (1971). In "The Vitamins". *Academic Press*, 3, 3-123.
- Guerrero, E., Pármo, L., y González, A. (2011). Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y la calidad de la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 5(1), 20-25. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4476>
- Guyton, A. y Hall, J. (2011). Tratado de fisiología médica. ELSEIVER.

- Hargaden, M., y Singer, L. (2012). The Laboratory Rabbit, Guinea Pig, Hamster, and Other Rodents. Prensa Americana. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-30495-X>
- Harvey, A., Thomas, B., Culbertson, C., y Collins, E. (1939). The effect of limited feeding of oats and timothy hay during work on the nitrogen balance of draft geldings. *Journal of Animal Science*, 1939 (1), 94-103. <https://doi.org/10.1093/ansci/1939.1.94>
- Henning, J., y Hird, R. (1969). Concentrations and metabolism of volatile fatty acids in the fermentative organs of two species of kangaroo and the guinea pig. *British Journal of Nutrition*, 24(1), 145-155. <https://doi.org/10.1079/BJN19700017>
- Hintz, F. (1969). Effect of coprophagy on digestion and mineral excretion in the guinea pig. *The Journal of Nutrition*, 99(3), 375-378. <https://doi.org/10.1093/jn/99.3.375>
- Hogan, A., Regan, W. y House, W. (1950). Calcium phosphate deposits in guinea pigs and the phosphorus content of the diets: four figures. *The Journal of Nutrition*, 41 (2), 203-213. <https://doi.org/10.1093/jn/41.2.203>
- House, W. y Hogan, A. (1955). Injury to guinea pigs that follow a high intake of phosphates: the modifying effect of magnesium and potassium. *The Journal of Nutrition*, 55 (3), 507-517. <https://doi.org/10.1093/jn/55.3.507>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2009). Consumo per/cápita de carne de cuy.
- Instituto Nacional de Censos y Estadísticas (INEC). (2012). País atrevido: la nueva cara demográfica del Ecuador. AnalítiKa, Revista Ecuatoriana de Estadística. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Economia/Nuevacarademograficadeecuador.pdf>
- Instituto Nacional de Censos y Estadísticas (INEC). (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2016. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf)

Instituto Nacional de Censos y Estadísticas (INEC). (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019.

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf)

[inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf)

Jensen, R., Austbø, D., Knudsen, K., y Tauson, A. (2014). The effect of dietary carbohydrate composition on apparent total tract digestibility, feed mean retention time, nitrogen and water balance in horses. *animal*, 8(11), 1788-1796.

<https://doi.org/10.1017/S175173111400175X>

Jilge, B. (1980). The gastrointestinal transit time in the guinea-pig. *Z Versuchstierk* 22 (4), 204–210.

Klein, B. (2014). *Fisiología Veterinaria*. ELSEIVER.

León, R., Bonifaz, N. y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*. Editorial Universitaria Abya-Yala.

Luna, M., Chacón, M., Ramírez, R., Álvarez, P., Plúa, P. y Álava, M. (2015). Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. *Revista Electrónica Veterinaria*, 16 (8), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641401005.pdf>

Maldonado, H., Carrete, F., Reyes, O., Sánchez, J., Murillo, M. y Araiza, E. (2021). Rendimiento y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes edades. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 44 (2), 143-149.

<https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.143>

Mannering, G. (1949). Vitamin requirements of the guinea pig. *Vitamin & Hormones* 7, 201-211. [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(08\)60829-8](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(08)60829-8)

- Martínez, E., Fernández, I. y Fuentes, A. (2013). Aplicación de la determinación de proteínas de un alimento por el método de Kjeldahl. *Universidad Politécnica de Valencia*. <http://hdl.handle.net/10251/29832>
- McDonald, P. (1999). *Nutrición animal*. Editorial ACRIBIA, S.A.
- Mercado, E., Zaldívar, A. y Briceño, P. (1974). Tres niveles de proteína y dos de energía en raciones para cavales en crecimiento. *CONIAP*, 156-157.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Crianza de cuyes ayuda a la reconversión de actividades productivas. <https://www.agricultura.gob.ec/crianza-de-cuyes-ayuda-a-reconversion-de-actividades-productivas/>
- Mongeau, R., Sarwar, G., Peace, R. y Brassard, R. (1989). Relationship between dietary fiber levels and protein digestibility in selected foods as determined in rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 39(1), 45-51. <https://doi.org/10.1007/BF01092400>
- Morris, E. y O'Dell, B. (1963). Relationship of excess calcium and phosphorus to magnesium requirement and toxicity in guinea pigs. *The Journal of Nutrition*, 81 (2), 175-181. <https://doi.org/10.1093/jn/81.2.175>
- Morrison, S. (1956). The nitrogen balance of pregnant rats. *The Journal of Physiology*, 133(1), 167. <https://doi.org/10.1113%2Fjphysiol.1956.sp005574>
- Navia, J. y Hunt, C. (1976). Nutrición, enfermedades nutricionales y aplicaciones de investigación nutricional en Wagner, J. y Manning, P, *La biología del conejillo de Indias* (1^{ra} ed., Vol. 1, pp. 235-267). ELSEIVIER. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-730050-4.50022-3>
- National Research Council (NRC). (1978). *Nutrient requirements of laboratory animals*. National Academy of Science. <https://doi.org/10.17226/20047>

- O'Dell, B., Morris, E., Pickett, E. y Hogan, A. (1957). Diet composition and mineral balance in guinea pigs. *The Journal of Nutrition*, 63 (1), 65-77. <https://doi.org/10.1093/jn/63.1.65>
- Oluokun, J. (2005). Intake, digestion, and nitrogen balance of diets blended with urea treated and untreated cowpea husk by growing rabbit. *African journal of biotechnology*, 4(10). <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/71354>
- Potter, G., Tabb, E., Gibs, L. y Medlen, A. (1956). Anatomy of the digestive system of Guinea pig (*Cavia porcellus*). *BIOS*, 27 (4), 232-234. <https://www.jstor.org/stable/4605788>
- Reece, W., Erickson, H., Goff, J. y Uemura, E. (2015). *Dukes' physiology of domestic animals*. WILEY Blackwell.
- Reid, M. y Bieri, J. (1967). Nutritional studies with the guinea pig: VII. Thiamine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicina*, 126 (1), 11-33. <https://doi.org/10.3181/00379727-85-20947>
- Reid, M. y Briggs, G. (1954). Nutritional studies with the guinea pigs. *The Journal of Nutrition*, 52 (4), 507-517. <https://doi.org/10.1093/jn/52.4.507>
- Reid, M. y Matin, M. (1959). Nutritional studies with the guinea pig: V. Effects of deficiency of fat or unsaturated fatty acids. *The Journal of Nutrition*, 67 (4), 611,622. <https://doi.org/10.1093/jn/67.4.611>
- Reid, M. y Von Sallmann, L. (1960). Nutritional studies with the guinea pig: VI. Tryptophan (with ample dietary niacina). *The Journal of Nutrition*, 70 (3), 329-336. <https://doi.org/10.1093/jn/70.3.329>
- Reid, M. (1955). Nutritional studies with the guinea pig: III. Choline. *The Journal of Nutrition*, 56 (2), 215-229. <https://doi.org/10.1093/jn/56.2.215>
- Reid, M. (1961). Nutritional studies with the guinea pig: VII. Niacin. *The Journal of Nutrition*, 75 (3), 279-286. <https://doi.org/10.1093/jn/75.3.279>

- Reid, M. (1964). Nutritional studies with the guinea pig: XI. Pyridoxine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 116 (2), 289-290. <https://doi.org/10.3181/00379727-116-29228>
- Reid, M., Martín, M. y Briggs, J. (1956). Nutritional studies with the guinea pig: IV. folic acid. *The Journal of Nutrition*, 59 (1), 103-119. <https://doi.org/10.1093/jn/59.1.103>
- Reid, M., Martin, M., y Briggs, G. (1995). Nutritional studies with the guinea pigs. *National Institutes of Health, Public Health Service, U. S. Department of Health*, 103-117. <https://doi.org/10.1093/jn/59.1.103>
- Reid, M., y Mickelsen, O. (1963). Nutritional studies with the guinea pig. VIII. Effect of different proteins, with and without amino acid supplements on growth. *The Journal of Nutrition*, 80 (2), 25-32.
- Rodríguez, E., y Méndez, J. (2017). Utilización de la harina de algarrobo (prosopis pállida) en la alimentación de conejos en crecimiento, engorde. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), 105-110. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263011/582661263011.pdf>
- Romero, N. (1997). Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos. *Depósitos de Documentos de la FAO, Departamento de Agricultura*. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38301338/analisis-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1667082749&Signature=cpwO2zIRZCeI2bVJqprM0ntnrId08xBt-8TA0gsemUL90k15mNnw5E2RJTIF~X9CRKqh6gYesKRX~g3VOkc9Ab3NpRNZvi7QxGtHCEiZX2-InbnxvkduTpsvq-Amjl2UaOMht8KXvHkHXrCD6aZNb~fEkwdTK~71rkZegB8l7jkMXmPaf4UEFtKZ9EtlHcdq99FJ0m9nUMUgsZldd-CTBRGbQvxaMek~BoUqrvcYychBWgOAljBpETTYXiFALvBOBsF9NyPfbZr4QR~fsLt>

[FVrBNseQ5eWVIPXunzZejVFpHn4GWQlGXYdnSfugqFOrcIODvB8ODXVQ95oHlfw
cXuA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1538/expanim.46.297)

- Sakaguchi, E., Itoh, H., Kohno, T., Ohshima, S., y 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>
- Sakaguchi, I., Itoh, H., Uchida, S., y Horigome, T. (1987). Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. *British Journal of Nutrition*, 58(1), 149-158. <https://doi.org/10.1079/BJN19870078>
- Saravia, D., Muscari, G. y Ramírez, V. (1992). Consumo voluntario y digestibilidad de grama china (*Sorghum halepense*) en cuyes. XV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
- Shah, N., Atallah, M., Mahoney, R., y Pellett, P. (1982). Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *The Journal of nutrition*, 112(4), 658-666. <https://doi.org/10.1093/jn/112.4.658>
- Shimada, A. (2003). *Nutrición Animal*. Editorial Trillas, S.A.
- Silber, R., y Porter, C. (1953). Nitrogen balance, liver protein repletion and body composition of cortisone treated rats. *Endocrinology*, 52(5), 518-525. <https://doi.org/10.1210/endo-52-5-518>
- Souza, O., y Dos Santos, I. (2002). Digestibilidad in vivo, balance de nitrógeno e Ingestión voluntaria en ovinos alimentados con paja de cebada tratada con urea. *Archivos de Zootecnia*, 51(195), 361-371. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49519508.pdf>
- Spines, L. (1982). Anatomy of the guinea-pig cecum. *Anatomy and Embryology*, 165(1), 97-111. <https://doi.org/10.1007/BF00304586>

- Stahl, P. y Norton, P. (1984). Animales domésticos y las implicaciones del intercambio precolombino desde Salango, Ecuador. *Miselánea Antropológica Ecuatoriana*, 4, 83-96.
- Thiers, M., y Bowen, K. (2011). Effect of protein source on nitrogen balance and plasma amino acids in exercising horses. *Journal of animal science*, 89(3), 729-735. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3081>
- Wagner, J. y Manning, J. (1976), *The Biology of the Guinea Pig*. Academic Press.
- Walker, A. (1975). Effect of high crude fiber intake on transit time and the absorption of nutrients in South African Negro schoolchildren. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 28(10), 1161-1169. <https://doi.org/10.1093/ajcn/28.10.1161>
- Wooley, D., y Sprince, H. (1945). The nature of some new dietary factors required by guinea pigs. *Journal of Biological Chemistry*, 157 (2), 447-453. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)51080-2](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)51080-2)
- Xiccatto, G. y Cinetto, M. (1988). Effect of Nutritive Level and of Age on Feed Digestibility and Nitrogen Balance in Rabbit. *World Rabbit Congress*, 3, 96-103. <http://world-rabbit-science.com/WRSA-Proceedings/Congress-1988-Budapest/communications-pdf/N36-XICCATO.pdf>
- Zaldivar, C. (1995). La producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. *World Anim. Rev*, 83(2), 9-19. <https://www.fao.org/AG/Aga/AGAP/FRG/FEEDback/War/v6200b/v6200b05.htm>

11. Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas del trabajo de campo



Figura 4. Adecuación del área de metabolismo



Figura 5. Elaboración de las dietas



Figura 6. Elaboración de las jaulas metabólicas



Figura 7. Colecta de heces y orina



Figura 9. Pesaje de heces y orina

Distribución de Heces				Fig. 10				
# MUELA	TRATAMIENTO	SEXO	EDAD	Heces (g)	Orina (g)	Heces (g)	Orina (g)	Total (g)
1	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
2	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
3	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
4	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
5	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
6	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
7	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
8	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
9	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
10	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
11	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
12	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
13	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
14	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
15	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
16	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
17	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
18	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
19	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
20	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
21	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
22	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
23	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
24	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
25	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
26	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
27	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
28	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
29	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
30	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
31	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
32	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
33	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
34	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
35	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
36	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
37	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
38	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
39	1	M	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0
40	1	F	1	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0

Figura 10. Registros de los pesos de heces y orina

Anexo 2. Evidencias fotográficas del trabajo de laboratorio



Figura 11. Determinación de la materia seca

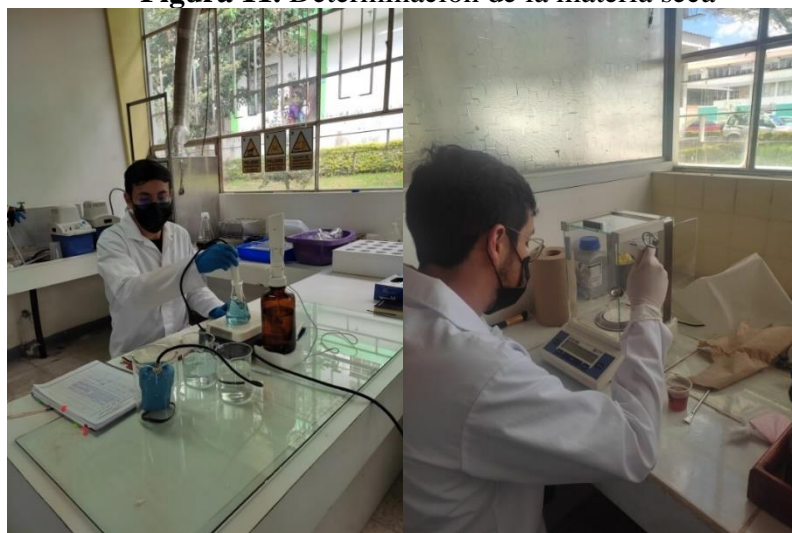


Figura 12. Determinación del nitrógeno/proteína



Figura 13. Determinación de extracto etéreo y fibra cruda

Anexo 3. Certificación de traducción en inglés

Loja, 28 de febrero de 2023

Yo, **Karla Isabel Carpio Toledo**, con cédula de identidad **1105172280**; Lic. en Ciencias de la Educación, mención idioma Inglés de la Universidad Nacional de Loja y graduada de la Universidad Internacional de la Rioja como Máster Universitaria en Educación bilingüe con registros de la Senescyt 1008-14-1267820 y 7241141626 respectivamente, certifico:

Que tengo el conocimiento del idioma inglés FCE B2, y que la traducción del resumen de trabajo de titulación: "**Balance de nitrógeno en dietas de cuyes (*Cavia porcellus*) con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum spp*)**", cuya autoría de la estudiante Yordy Pabel Ganazhapa Palta, con cédula de identidad 0706443405, es verdadero a mi mejor saber y entender.

Atentamente,



Mg. Karla Isabel Carpio Toledo

EFL TEACHER