

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TESIS

**CONTENIDO NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD *IN VIVO*
DE TRES VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa L.*)
EN CUYES (*Cavia porcellus*)**

PRESENTADA POR:

Br. VALIERY ADRIAN QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

ASESORES:

M. Sc. MISAEL RODRIGUEZ CAPCHA

Ph. D. YSAI PAUCAR SULLCA

M. Sc. FLOR LIDOMIRA MEJIA RISCO

FINANCIADO POR: PROGRAMA
“YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ” –
UNSAAC

ANDAHUAYLAS – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "CONTENIDO NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES VARIETADES DE ALFALFA (Medicago sativa L) EN CUYES (Cavia porcellus)"

presentado por: **VALERY ADRIAN QUISPE** con DNI Nro.: **60020057** presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de **INGENIERO AGROPECUARIO**

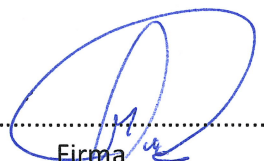
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **2** veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **2** %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, **18** de **ENERO** de 20**25**



Firma

Post firma **MISAELO RODRIGUEZ CAPCHA**

Nro. de DNI **47682791**

ORCID del Asesor **0000-0002-9342-7067**
ORCID 2do ASESOR: **0000-0001-5998-1729** DNI: **45368828**
ORCID 3° ASESOR: **0000-0002-1851-1285** DNI: **48402515**

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid: 27259:420096514**

VALIERY ADRIAN QUISPE

CONTENIDO NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) E

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:420096514

Fecha de entrega

9 ene 2025, 11:10 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 ene 2025, 11:22 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME FINAL DE TESIS VR. 30.pdf

Tamaño de archivo

2.6 MB

109 Páginas

21,741 Palabras

115,401 Caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Exclusiones


- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
7 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por haberme dado la vida y la salud, por haber estado siempre presente en los momentos más difíciles a lo largo de mi vida, tanto personalmente como profesionalmente.

A mi abuela Benericta, aunque no esté físicamente, ha sido mi guía y mi constante inspiración en mi vida y en la ejecución de este trabajo. Este logro académico es tuyo, ya que siempre deseaste lo mejor para mí y me apoyaste incondicionalmente en cada uno de mis sueños y metas. Ahora, desde el cielo, bendice mi camino minuto a minuto.

A mis Padres, mi abuelo Pablo y a mis hermanos, han sido mi mayor fuente de inspiración, mi razón de ser, mi fortaleza y mi apoyo incondicional para culminar esta etapa crucial de mi carrera profesional.

A mi mejor amiga Cristel Nicol Delgado Tecsi, por su incansable apoyo, compañía y amistad a lo largo de mi formación profesional.

A mis amigos; Gerber Curo, Nataly Bonilla, William Choque, Florencia Quispe, Beltrán Cruz y Luis Fernando gracias por ser mi roca en esta etapa de mi vida. Su apoyo y compañía ha sido fundamental para mí.

A todos mis tíos y tías, en especial a Bartolina, Pascual y Román quienes han sido mi pilar y sostén en cada paso que dí. Su apoyo, sus sabios consejos y su constante preocupación por mi bienestar han sido un regalo invaluable en mi vida.

Valiery Adrian Quispe

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por haberme brindado una educación y conocimiento para mi formación profesional.

A mis asesores: **M. Sc. Misael Rodríguez Capcha, PhD. Ysai Paucar Sullca y a la M. Sc. Flor Lidomira Mejía Risco** por su constante apoyo, dedicación, esfuerzo y paciencia a lo largo de este proceso lo cual fue fundamental para culminar este trabajo de investigación.

Al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos (**LABNUT**) el cual pertenece al Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (**IGBI**) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (**UNTRM**) donde se llevó a cabo el análisis químico proximal de las muestras.

Agradecer profundamente al programa “**YACHAYNINCHIS WIÑARINAMPAQ**” de la **UNSAAC** por haber considerado mi proyecto a través de la resolución **NRO. R-265-2024**. Su compromiso con la educación y la investigación ha sido fundamental en mi desarrollo académico. Mi profundo agradeciendo por creer en mí y en mi proyecto, y por hacer realidad este logro tan importante en mi vida.

A mis compañeros del Centro de Investigación Fundo Choccepuquio (**CIFUNCH**) quienes fueron participes en este trabajo, y a las personas quienes colaboraron para el logro del presente trabajo de investigación mi más sincera gratitud.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	16
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.1.1. Problema general.....	19
1.1.2. Problema específico.....	19
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	20
2.1. Objetivo general	20
2.2. Objetivos específicos	20
2.3. Justificación de la investigación	20
III. HIPÓTESIS	22
3.1. Hipótesis general	22
3.2. Hipótesis específica	22
IV. MARCO TEÓRICO	23
4.1. Antecedentes de la investigación.....	23

4.1.1. Antecedente internacional.....	23
4.1.2. Antecedentes nacionales	25
4.2. Aspectos generales de la alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	27
4.2.1. Clasificación taxonómica de la alfalfa	28
4.2.2. Características morfológicas de la alfalfa.....	29
4.2.3. Composición nutricional de la alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>).....	30
4.2.4. Factores que afectan el contenido nutricional de la alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	

4.2.4.1. Momento óptimo de corte o estado fenológico	32
4.2.4.2. Momento del día que se realiza el corte de alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>) ...	32
4.2.4.3. Factores ambientales sobre la calidad del forraje	32
4.2.4.4. Influencia de la fertilidad del suelo en la calidad del forraje.....	33
4.2.4.5. Manejo del riego sobre la calidad del forraje	33
4.2.4.6. Influencia de la época sobre la calidad del forraje.....	33
4.2.4.7. Influencia de las plagas sobre la calidad del forraje	34
4.2.4.8. Influencia de las enfermedades sobre la calidad del forraje.....	34
4.2.4.9. Influencia de las malezas en la calidad del forraje	34
4.2.5. Variedades de alfalfa (<i>Medicago sativa L.</i>)	35
4.2.5.1. Variedad Moapa 69	35
4.2.5.2. Variedad Supersonic	36

4.2.5.3. Variedad Alfamaster 10	37
4.3. Aspectos generales del cuy (<i>Cavia porcellus</i>)	38
4.3.1. Clasificación taxonómica del cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	38
4.3.2. Características morfológicas del cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	39
4.3.3. Fisiología digestiva del cuy	40
4.4. Digestibilidad.....	45
4.4.1. Digestibilidad verdadera o real.....	45
4.4.2. Digestibilidad aparente.....	46
4.4.3. Coeficiente de digestibilidad	47
4.5. Factores que influyen en la digestibilidad	47
V. MATERIALES Y MÉTODOS	50
5.1. Lugar de ejecución de la investigación	50
5.2. Características hidrológicas de la zona de estudio	51
5.3. Duración del estudio	51
5.4. Unidades experimentales.....	52
5.5. Materiales y equipos	53
5.6. Metodología experimental.....	54
5.6.1. Periodo pre experimental	54
5.6.2. Etapa experimental	58
5.6.3. Recolección de heces y manejo de heces	58

5.6.5. Muestras de tres variedades de alfalfa para análisis de contenido nutricional.	59
5.6.7. Análisis del contenido nutricional	60
5.6.8. Determinación de la digestibilidad de la materia seca (MS).....	64
5.8. Análisis estadístico.....	65
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
6.1. Contenido nutricional de tres variedades de alfalfa (<i>Medicago sativa L</i>)	67
6.1.1. Materia seca (MS).....	67
6.1.2. Proteína cruda (PC)	68
6.1.3. Cenizas (CNZ)	70
6.1.4. Extracto Etéreo (EE)	71
6.1.5. Fibra cruda (FC).....	73
6.1.6. Fibra detergente neutra (FDN).....	75
6.1.7. Fibra detergente acida (FDA).....	76
6.2. Digestibilidad de la materia seca (DMS) de tres variedades de alfalfa	77
6.3. Parámetros productivos en cuyes alimentados con tres variedades de alfalfa	79
6.3.1. Consumo de materia seca (CMS).....	79
6.3.2. Ganancia media diaria (GMD)	80
6.3.3. Conversión alimentación (CA)	80
VII. CONCLUSIONES	83
VIII. RECOMENDACIONES.....	84

IX. BIBLIOGRAFÍA.....	85
a. Base de datos	100
b. Cuadros de análisis de varianza (ANVA)	102
c. Carta para la visita al LABNUT-UNTRM- donde se realizo el analisis del contenido nutricional de la alfalfa	105
d. Panel fotográfico	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Composición química del heno de alfalfa (Medicago sativa L.)</i>	31
Tabla 2 <i>La calidad nutricional de la variedad de alfalfa (Moapa 69)</i>	36
Tabla 3 <i>Calidad nutricional de la variedad Supersonic</i>	37
Tabla 4 <i>Características de la calidad nutricional de la variedad Alfamaster 10</i>	38
Tabla 5 <i>Clasificación taxonómica del cuy (Cavia porcellus)</i>	39
Tabla 6 <i>Porcentaje de materia seca de tres variedades de alfalfa</i>	68
Tabla 7 <i>Porcentaje de proteína cruda de tres variedades de alfalfa</i>	70
Tabla 8 <i>Porcentaje de cenizas de tres variedades de alfalfa</i>	71
Tabla 9 <i>Porcentaje de extracto etéreo</i>	73
Tabla 10 <i>Porcentaje de fibra cruda de tres variedades de alfalfa</i>	74
Tabla 11 <i>Porcentaje de fibra detergente neutra y ácida</i>	77
Tabla 12 <i>Digestibilidad de la materia seca de tres variedades de alfalfa (Medicago sativa L.)</i>	79
Tabla 13 <i>Parámetros productivos en cuyes alimentados con tres variedades de alfalfa</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Características morfológicas de la alfalfa</i>	30
Figura 2 <i>Sistema digestivo del cuy (Cavia porcellus)</i>	41
Figura 3 <i>Localización del campo experimental</i>	50
Figura 4 <i>Esquema experimental de la investigación</i>	52
Figura 5 <i>Unidades experimentales</i>	53
Figura 6 <i>Partes de la jaula metabólica</i>	56
Figura 7 <i>Croquis de las parcelas de alfalfa</i>	57

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

MS: Materia seca

PC: Proteína cruda

CNZ: Ceniza

EE: Extracto etéreo

FC: Fibra cruda

FDN: Fibra detergente neutra

FDA: Fibra detergente ácida

DMS: Digestibilidad de materia seca

PRO: Parámetros productivos

PI: Peso inicial

PF: Peso final

MSH: Materia seca de heces

CMS: Consumo de materia seca

GMD: Ganancia media diaria

CA: Conversión alimenticia

CD: Coeficiente de digestibilidad

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el contenido nutricional y la digestibilidad *in vivo* de tres variedades de alfalfa en la alimentación de cuyes. La investigación se realizó en el Centro de Investigación Fundo Choccepuquio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Filial Andahuaylas. Para determinar la digestibilidad *in vivo* de tres variedades de alfalfa (T1: Alfamaster 10, T2: Moapa 69, T3: Supersonic), se utilizaron 15 cuyes machos de raza Perú con pesos promedios de 625 ± 33.13 g y 2.2 ± 0.18 meses de edad, alojados en jaulas metabólicas individuales de 0.30 m^2 , asignándose 5 cuyes por variedad de alfalfa. La investigación tuvo dos etapas; 14 días (adaptación) y 10 días (evaluación), donde se registró el peso inicial (PI), peso final (PF) y materia seca de heces (MSH); con los cuales se calculó la ganancia media diaria (GMD), conversión alimenticia (CA) y la digestibilidad de materia seca (DMS). Asimismo, se determinó contenido nutricional de las tres variedades, para lo cual las muestras fueron secadas y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos (LABNUT) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, donde fueron determinadas de acuerdo al método de la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto al contenido de PC, FDN, FDA entre tratamientos, pero no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) para MS, CNZ, EE y FC. Además, la época influyó en la composición de la alfalfa, con valores significativamente mayores para PC, FDN y FDA en la época lluviosa en comparación con la época seca. Para digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS) y parámetros productivos (PRD) como PI, PF, CMS no se encontraron diferencias significativas de ($p > 0.05$) cuyos promedios fueron 812.6 ± 21.42 g, 953.8 ± 25.4 g y

86.52±2.6g/día respectivamente. La ganancia media diaria (GMD) y conversión alimenticia (CA) mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos; donde la variedad Alfamaster 10 y Supersonic muestran los mejores resultados, con GMD y CA de 33.2±1.66g/día, 29.52±2.08g/día, 5.5±0.41g y 6.19±0.18g respectivamente; en cambio no se encontraron diferencias significativas para la DMS, el cual mostró un promedio de 72.11±2.69%. En conclusión, la variedad Alfamaster 10 y Supersonic muestran mejor calidad nutricional y parámetros productivos de GMD y CA.

Palabras claves: Contenido nutricional; digestibilidad; *Cavia porcellus*; alfalfa.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the nutritional content and *in vivo* digestibility of three varieties of alfalfa in guinea pig feed. The research was carried out at the Centro de Investigación Fundo Choccepuequio of the Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria– Filial Andahuaylas. To determine the *in vivo digestibility* of three varieties of alfalfa (T1: Alfamaster 10, T2: Moapa 69, T3: Supersonic), 15 male guinea pigs of the Peruvian breed with average weights of $625\pm 33.13\text{g}$ and 2.2 ± 0.18 months of age were used, housed in individual metabolic cages of 0.30 m^2 , assigning 5 guinea pigs per alfalfa variety. The research had two stages; 14 days (adaptation) and 10 days (evaluation), where the initial weight (PI), final weight (FP) and dry matter of feces (MSH) were recorded; with which the average daily gain (ADG), feed conversion (CA) and dry matter digestibility (DMS) were calculated. Likewise, the nutritional content of the three varieties was determined, for which the samples were dried and sent to the Laboratory of Animal Nutrition and Food Bromatology (LABNUT) of the National University Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, where they were determined according to the method of the Official Association of Analytical Chemists (AOAC). Significant differences ($p<0.05$) were found in terms of PC, FDN, FDA content between treatments, but no significant differences ($p>0.05$) were found for MS, CNZ, EE, and FC. In addition, the season influenced the composition of alfalfa, with significantly higher values for PC, NDF and FDA in the rainy season compared to the dry season. For *in vivo* digestibility of dry matter (DMS) and productive parameters (PRD) such as PI, PF, CMS, no significant differences of ($p>0.05$) were found, whose means were $812.6\pm 21.42\text{g}$, $953.8\pm 25.4\text{g}$ and $86.52\pm 2.6\text{g/day}$ respectively. Mean daily gain (ADG) and feed conversion (BC) showed

significant differences ($p < 0.05$) between treatments; where the Alfamaster 10 and Supersonic varieties show the best results, with GMD and CA of 33.2 ± 1.66 g/day, 29.52 ± 2.08 g/day, 5.5 ± 0.41 g and 6.19 ± 0.18 g respectively; on the other hand, no significant differences were found for AMD, which showed an average of $72.11 \pm 2.69\%$. In conclusion, the Alfamaster 10 and Supersonic varieties show better nutritional quality and productive parameters of GMD and CA.

Keywords: Nutritional content; digestibility; *Cavia porcellus*; alfalfa.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta perenne de la familia de las leguminosas que es empleada como recurso forrajero en la alimentación de animales (Argote & Andia, 2006). Según Avci et al., (2013) la alfalfa es considerada como la reina de las forrajeras, que se destaca por poseer un excelente valor nutricional, con niveles de proteína y fibra cruda alrededor de 20 y 26 % respectivamente (Feedipedia, 2020). Asimismo, posee una digestibilidad de la materia seca del 67% (Lagos *et al.*, 2006) y un excelente grado de palatabilidad en animales de granja (Clavijo & Camilo, 2011); además, de su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas. Es así que las características inherentes de la alfalfa y su apropiado valor nutricional coadyuban en el desarrollo y crecimiento de los animales domésticos (Delgado, 2015).

En los últimos 30 años en el Perú se ha difundido el cultivo de alrededor de 30 variedades de alfalfa; de los cuales, algunas variedades están más difundidas y tienen buenas cualidades forrajeras bajo condiciones de altitud como las variedades; Moapa 69, Supersonic, Alfamaster 10, Alta sierra, Cuf 101, Ranger (Ministerio del ambiente ,2019).

Por otro lado, Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, la población de cuyes ascendió a 25 millones de cuyes, incluyendo a más de 800 mil productores a nivel nacional. Donde los principales productores de cuy son las regiones de Cajamarca, Cusco, Áncash, Apurímac, Junín y Lima (MIDAGRI, 2023). Si bien la región Apurímac es una de las regiones más importantes en la crianza de cuyes. Se dispone de una escasa información sobre el contenido nutricional y la digestibilidad *in*

vivo de estas variedades bajo las condiciones climáticas y edáficas de la provincia de Andahuaylas. Además, Lloveras (1999) menciona que la calidad nutricional varía según la fase fenológica y las condiciones meteorológicas. De esta manera, es importante determinar la digestibilidad de estas variedades forrajeras para la alimentación de animales menores como el cuy (*Cavia porcellus*), ya que su crianza es muy difundida a nivel de la región de Apurímac.

En este sentido, el presente trabajo de investigación fue ejecutado con el objetivo de determinar el contenido nutricional y la digestibilidad *in vivo* de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo condiciones climáticas, de suelo y altitud de la provincia de Andahuaylas – región Apurímac.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una leguminosa perenne, usado como alimento para la alimentación de los animales de granja (Ramos *et al.*, 2021). Por otra parte, según las estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI), en el Perú se siembra alrededor de 172 mil hectáreas de alfalfa. Asimismo, según menciona Urbano & Dávila (2003) la alfalfa posee alto valor nutricional y posee mayor contenido proteico y es usada en la alimentación de los animales, presentando una buena digestibilidad.

El cuy es un animal herbívoro cuyo principal alimento es la alfalfa, posee alto valor nutricional que favorece a la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales de bajos recursos (Chauca, 1997). En la región de Apurímac la crianza de animales domésticos como el cuy, se sustenta en el empleo de diversas variedades de alfalfa en su alimentación. Sin embargo, no hay información certera sobre el contenido nutricional y digestibilidad *in vivo* de estas variedades de alfalfa, bajo las condiciones climáticas, de suelo y altitud de la provincia de Andahuaylas - región Apurímac. Por lo tanto, es difícil la selección de una variedad de alfalfa que reúna las óptimas características de rendimiento, contenido nutricional y digestibilidad *in vivo*.

En este sentido, la carencia de información, resalta la necesidad de poder investigar el contenido nutricional y evaluar la digestibilidad de estas tres variedades de alfalfa. Esta información es muy valiosa, ya que facilita la elección de la variedad que pueda maximizar el aprovechamiento en la crianza de animales domésticos en la provincia de Andahuaylas.

1.1.1. Problema general

- ¿Cuánto es el contenido nutricional y digestibilidad *in vivo* de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) para la alimentación de los cuyes (*Cavia porcellus*)?

1.1.2. Problema específico

- ¿Cuánto es el contenido nutricional de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.)?
- ¿Cuánto es la digestibilidad *in vivo* de la materia seca de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la alimentación de los cuyes (*Cavia porcellus*)?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

- Determinar el contenido nutricional y la digestibilidad *in vivo* de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido nutricional de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*).
- Determinar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

2.3. Justificación de la investigación

La carne de cuy es un alimento de alto valor nutricional que favorece a la seguridad alimentaria de las familias rurales y zonas altoandinas que cuentan con escasos recursos (Chauca, 1997). Asimismo, en los distintos sistemas de crianza de cuyes, la alfalfa se ha establecido como base fundamental en la alimentación de cuyes. Lo cual se debe a que los cuyes son animales herbívoros y muestran una clara preferencia en su alimentación. La alfalfa proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo saludable de los cuyes, ya que cuenta con niveles altos de contenido nutricional. Por lo tanto, es importante conocer el nivel de aprovechamiento de la alfalfa en el sistema digestivo de los cuyes.

En tal sentido, a nivel de la provincia de Andahuaylas se cultivan diversas variedades como son; Ranger, Alta sierra, Cuf 101, Moapa 69, Supersonic, Alfamaster 10 entre otras variedades de alfalfa, las cuales son fundamentales para la alimentación de animales menores como los cuyes. Sin embargo, la falta de información sobre el contenido nutricional y la digestibilidad de estas variedades (Moapa 69, Supersonic, Alfamaster 10) limita la capacidad de los productores para seleccionar la variedad más adecuada para la alimentación de animales menores, Esta información es fundamental para la región Apurímac, ya que permitirá a los productores seleccionar la variedad de alfalfa más adecuada para la alimentación de cuyes, lo que mejorará la eficacia y la productividad de la crianza de cuyes en la región Apurímac.

Además, los resultados de esta investigación son una fuente más confiable y precisa para las futuras investigaciones que se puedan realizar y que estén relacionados con el contenido nutricional y digestibilidad *in vivo* de la materia seca de la alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

- **Ho:** El contenido nutricional y la digestibilidad *in vivo* de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) no está influenciada por la variedad.
- **Ha:** El contenido nutricional y la digestibilidad *in vivo* de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) está influenciada por la variedad.

3.2. Hipótesis específica

- Para contenido nutricional (*Medicago sativa* L.)

Ho: El contenido nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) no está influenciada por la variedad.

Ha: El contenido nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) está influenciada por la variedad.

- Para digestibilidad *in vivo* de materia seca en cuyes (*Cavia porcellus*)

Ho: La digestibilidad *in vivo* de materia seca de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) no está influenciada por la variedad.

Ha: La digestibilidad *in vivo* de la materia seca de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) si está influenciada por la variedad.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedentes internacionales

Feng et al., (2022) realizaron un estudio titulado “Rendimiento y calidad de alfalfa (*Medicago sativa L.*) y sus factores influyentes en China”, evaluaron el rendimiento, la calidad y los factores que influyen. Los resultados generales para la calidad nutricional fueron: proteína cruda (PC) $19.05 \pm 2.87\%$, fibra cruda (FC) $27.16 \pm 5.21\%$, extracto etéreo (EE) $2.62 \pm 0.97\%$, fibra detergente acida (FDA) $31.29 \pm 5.58\%$, fibra detergente neutra (FDN) $40.48 \pm 6.24\%$ y para ceniza (CNZ) $9.49 \pm 1.59\%$. Los autores también encontraron que la calidad de la alfalfa se ve favorecida por la precipitación y la temperatura ambiental.

Mengistu et al., (2022) realizaron un estudio sobre el “Rendimiento de materia seca y la calidad nutritiva de cultivares de alfalfa (*Medicago sativa L.*) cultivadas en zonas subhúmedas de Etiopia”. Evaluaron cuatro cultivares de alfalfa bajo condiciones de época seca (Magna 788, Hunter river, Pioneer 00407, Hairyi peruvian) donde obtuvieron valores promedios de 92.3% para materia seca (MS), 7.4% de ceniza (CNZ), 15.7% para proteína cruda (PC), la fibra detergente neutra obtuvo 44.5% (FDN) y fibra detergente acida 30.5% (FDA). Se concluye que la variedad Hairyi peruvian fue la variedad con alto rendimiento de materia seca y adaptable a áreas subhúmedas del sudoeste de etiopia y en entornos con agroecología similares.

Jabessa et al., (2021) realizaron una investigación con el objetivo de identificar cultivares de alfalfa adaptables de alta biomasa, relación hoja-tallo y rendimiento de buena calidad en el centro de investigación agrícola Bore en Etiopia. Las variedades de alfalfa que se evaluaron fueron; Hunter river 4010, Margna 801-FG, Pioneer DZF-406, Segule 408, Persian DZF 406, F-G-9-09, F-L-L-77 y Hunter river. Los resultados promedios para materia seca (MS) fue de 90.28%, para proteína cruda (PC) fue de 21.3%, para cenizas (CNZ) fue 12.46%, para fibra detergente neutra 57% (FDN), y para fibra detergente acida reportó 41.2%. En conclusión, las variedades; Peruvian DZF-406, F-L-L-77, Segule 408 y F-G-9-09, fueron prometedores en cuanto a materia seca (MS) en zonas similares al trabajo de estudio.

Liu et al., (2024) realizaron un estudio con el objetivo de analizar la calidad del forraje en diferentes etapas fenológicas en la región autónoma de Mongolia interior. Se secaron 300 gr de muestras en una estufa a 65°C durante 72 horas donde para cada variable fue determinado por diferentes metodologías de análisis. Los resultados de la composición química para botón floral (BF), floración temprana (FT) y plena floración (PF) para el porcentaje de materia seca fue 14%, 19%, 25%, para proteína cruda (PC) los resultados obtenidos fueron de 24%, 20% y 16%, fibra detergente neutra (FDN) fue de 34%, 39%, 43%, fibra detergente acida (FDA) 30%, 32%, 32% y para extracto etéreo (EE) fue de 1.92%, 1.56%, 1.46% respectivamente. En conclusión, la materia seca y la fibra detergente neutra aumentan significativamente a medida que la planta madura, mientras que la proteína cruda y el extracto etéreo disminuyen. Los carbohidratos solubles muestran un aumento significativo en la etapa de floración completa. La fibra detergente ácida permanece relativamente consistente en todas las etapas.

Mostacero (2020) realizó un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el nivel de adaptabilidad de la alfalfa cultivado bajo un sistema silvopastoril, cuyo trabajo fue realizado en la región Cajamarca. Se utilizaron 30 parcelas experimentales con la variedad Monsefuana incorporados con guano de isla en diferentes niveles. Los resultados para la composición bromatológica de dicha variedad fueron de 20.71% (MS), 17.26% (PC), 5.03% (CNZ), 22.03% (FC), 36.26% (FDN), 30.15% (FDA). En conclusión, la aplicación de guano de isla incrementa la altura de planta y el rendimiento de la materia verde, siendo una alternativa sustentable en el área de estudio.

4.1.2. Antecedentes nacionales

Cubas, (2021) realizó un estudio en la provincia de santa cruz, región Cajamarca, con el objetivo de evaluar la composición química de seis variedades de alfalfa en dos pisos altitudinales. Para el análisis de la composición química se utilizó un cuadrante de 30*30cm y dichos cuadrantes se ubicaron en cada parcela y estas fueron cortadas para llevar al laboratorio para su análisis correspondiente. Los resultados promedios para el primer piso el piso altitudinal I de las variedades W 450, Stamino 5, W 350, SW 8210, Hortus 401, SW 10 fueron de 19.28% (MS), 22.05% (PC), 8.5% (EE), 11.15% (CNZ), 25.45% (FDN). Sin embargo, el piso altitudinal II obtuvieron 24.59% (MS), 16.04% (PC), 7.72% (EE), 10.66% (CNZ), 26.90% (FDN). En conclusión, el piso altitudinal I muestra mejores resultados en cuanto a PC, EE y en cuanto a FDN los resultados fueron casi similares en ambos pisos altitudinales.

Rodríguez (2024) realizó un estudio en la región Cajamarca, cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento productivo y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa

(Andina 6, Alfa master, Alfa plus, Super sonic). Para determinar el valor nutricional se enviaron 200 gramos de muestra al laboratorio, previamente secadas a una temperatura de 65° C por 24 horas. Los resultados promedios de las cuatro variedades de alfalfa fueron de 19.29% (MS), 18.74% (PC), 18.81 (FC), 6.21% (EE) respectivamente. En conclusión, la variedad Alfa plus presento mayor contenido de PC y FC.

Arias et al., (2021) realizaron un trabajo de investigación sobre el estudio comparativo de la producción de forraje y calidad nutricional de variedades de cultivo de alfalfa en la puna húmeda y seca del Perú, cuyo estudio experimental se llevó acabo en el centro experimental de Casaracra en la región de Huancavelica, se utilizó las variedades WL 350, W 440 y Brown 6. Los resultados promedios para materia seca (MS) de las tres variedades de alfalfa fueron de 20.5%, para proteína cruda (PC) fue de 24.39%, el porcentaje de fibra detergente neutra (FDN) fue de 29.1% y la fibra detergente acida (FDA) reportó valores promedios de 18.76%. En conclusión, todas las variedades resultaron adecuados para la alimentación del ganado en el lugar de dicho estudio.

Vargas (2023) llevó a cabo un estudio sobre la digestibilidad *in vivo* de la harina de alfalfa (*Medicago sativa L.*) y afrecho de cebada (*Hordeum vulgare*) en cuyes, el estudio se llevó a cabo un estudio en la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco (UNSAAC). La investigación se realizó en el distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco, a una altitud de 3230 m.s.n.m. Se utilizaron 21 cuyes, machos y hembras con 50 días de edad, con pesos promedio de 795 gramos. La investigación tuvo dos etapas, la primera etapa de adaptación de 10 días y la etapa experimental de 5 días. En el estudio, los resultados demostraron que la digestibilidad de materia seca (DMS) de la harina de alfalfa fue

superior a la del afrecho de cebada. La digestibilidad de la harina de alfalfa fue de 61.35%, mientras que la del afrecho de cebada fue de 42.82%. En conclusión, la digestibilidad de materia seca fue mejor para harina de alfalfa en comparación con el afrecho de cebada.

Castro (2023) realizó una investigación en la granja K'ayra, ubicado en el distrito de San Jerónimo, provincia y región Cusco, donde determinó la variación de la digestibilidad de alfalfa en cuyes de diferentes edades (1 mes, 2 meses, 3 meses, 4 meses). Se emplearon 48 cuyes machos alimentados a base de alfalfa en etapa de prefloración. El peso inicial promedio de los cuyes fue de 421.48 g a los 30 días; 544.96 g a los 60 días; 657.45 g a los 90 días; 729.06 g a los 120 días. La investigación se dividió en dos etapas: una etapa de adaptación de 7 días, y una etapa experimental 8 días. Los resultados indicaron que la digestibilidad de materia seca MS a los 60, 90 y 120 días fue de; 79.40%, 77.11%, 78.57% respectivamente. Sin embargo, para los 30 días la digestibilidad de materia seca fue inferior, alcanzando un 69.68% MS. En conclusión, la digestibilidad de la materia seca mejora a medida que aumenta la edad de los cuyes.

4.2. Aspectos generales de la alfalfa (*Medicago sativa L.*)

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta herbácea perenne (Solarte *et al.*, 2021) perteneciente a la familia Fabaceae (Sangra *et al.*, 2019), es el cultivar más antiguo y oriundo del continente asiático. Asimismo, este forraje posee buena longevidad, resistente a la sequía, es fijadora de nitrógeno con altos niveles de nutrientes y digestibilidad (Jonker & Yu, 2016).

4.2.1. Clasificación taxonómica de la alfalfa

En el año 2019 el ministerio del ambiente ha reportado 677 registros del género (*Medicago sativa* L.). De acuerdo a este registro el Perú posee un total de 12 listados de colecciones, de especies relacionadas con *Medicago sativa* L., que se realizaron entre los años 1964 y 2003. Asimismo, de acuerdo con la taxonomía de ITIS (Interagency Taxonomic Information System), el género *Medicago* posee 38 especies, 5 subespecies y 1 variedad como subtaxa aceptado por el Ministerio del Ambiente (2019).

Según ITIS (2023) la taxonomía de la alfalfa se clasifica de la siguiente manera:

Clasificación taxonómica de la alfalfa (Medicago sativa L.)

Jerarquía	Descripción
Reino	<i>Plantae</i>
Sub reino	<i>Viridiplantae (plantas verdes)</i>
Infrareino	<i>Streptophyta (plantas de tierra)</i>
Superdivision	<i>Embryophyta</i>
División	<i>Tracheophyta (plantas vasculares)</i>
Subdivisión	<i>Spermatophyta (plantas con semillas, fanerógamas)</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Suborden	<i>Rosanae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Genero	<i>Medicago</i>
Especie	<i>Medicago sativa</i> L. (<i>Alfalfa</i>)

4.2.2. Características morfológicas de la alfalfa

La alfalfa está compuesta por una masa vegetal de hojas, raíz, tallos y flores (Lloveras *et al.*, 2020), las que serán descritas a continuación:

Hojas: Las hojas están compuestas de tres folíolos de forma ovalada o alargada y se modifica según la variedad. A lo largo del tallo, las hojas varían en forma y tamaño, encontrándose en la base los folíolos grandes (Lloveras *et al.*, 2020). Por otra parte, según indica Beltrán (2011), en las hojas encontramos mayor contenido de proteínas en relación con el tallo.













Raíz: La alfalfa posee una raíz profunda, llegando a medir de 2 a 5 metros de profundidad en un lapso de tiempo entre 2 a 4 años de vida. De tal manera, la raíz cumple la función de absorber agua y nutrientes de las capas profundas del suelo (Rodríguez *et al.*, 2022).

Tallo: El tallo posee un crecimiento primario y secundario, dando inicio a un eje leñoso o porción perenne que forma parte de la corona. El número de tallos varía de acuerdo a la edad y el vigor de la planta. Además, cabe mencionar que los tallos son macizos, por ende, en algunos casos dependerá de la variedad (Basigalup, 2022).

Flores: Según Rodríguez *et al.*, (2022) las flores se desarrollan cuando pasan de la fase de crecimiento vegetativo a la fase reproductiva. Asimismo, la floración empieza con la producción de la protuberancia que se localiza en la axila del primordio foliar, junto al ápice del tallo. De cada primordio se produce una inflorescencia en forma de racimo (Basigalup, 2022).

Figura 1

Características morfológicas de la alfalfa

CM/VAR	Alfamaster 10	Moapa 69	Supersonic
Flores			
Hojas			
Tallo			
Raíz			

Fuente propia

4.2.3. Composición nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa* L.)

En la siguiente tabla 1 se muestran los valores medios de la composición química del heno de alfalfa a los 60 días de corte en base a materia seca.

Tabla 1*Composición química del heno de alfalfa (Medicago sativa L.)*

Contenido	Promedio	DS
Humedad total %	9.78	1.11
Materia seca (MS) %	90.22	1.11
Ceniza (CNZ) %	10.53	0.93
Proteína cruda (PC) %	20.25	1.49
Fibra cruda (FC) %	35.22	3.96
Extracto etéreo (EE) %	1.94	0.53
Fibra detergente neutra (FDN) %	46.94	3.78
Fibra detergente acida (FDA) %	40.67	3.36

Fuente: (López *et al.*, 2021)

4.2.4. Factores que afectan el contenido nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Según Jahn (2001) existen diversos factores que afectan el valor nutricional del heno de alfalfa que incluyen el momento óptimo de corte, el proceso de cosecha, la variedad de alfalfa. Asimismo, Mueller (1992) sostiene que, los factores que afectan el valor nutricional de la alfalfa son el tipo de suelo, la fertilidad, clima local, las condiciones de humedad, el manejo de plagas y el momento del día en que se realiza el corte. Por otra parte, Zhang *et al.*, (2024) indican que el clima, las propiedades del suelo, factores del sistema de plantación, fecha de siembra y la frecuencia de cosecha afecta significativamente el rendimiento y calidad nutricional de la alfalfa.

4.2.4.1. Momento óptimo de corte o estado fenológico

El estado fenológico influye la composición nutritiva de la alfalfa, especialmente el contenido de proteína y la fibra los cuales son importante para determinar el aporte energético. Donde a medida que avanza el estado fenológico de la planta se reduce el contenido de proteína y energía, el contenido de fibra aumenta y es menos digerible (Jahn, 2001).

Asimismo, se debe tener en cuenta el estado fenológico de la alfalfa, siendo la etapa de pre botón el momento óptimo de corte, donde el contenido de proteína de la alfalfa llega hasta 23% y a medida que madura la planta disminuye, llegando hasta un 15% de proteína al 100% de floración (Jahn, 2000).

4.2.4.2. Momento del día que se realiza el corte de alfalfa (*Medicago sativa L.*)

Muñoz et al., (2005) se evaluó la variación diurna del valor nutritivo de la alfalfa en diferentes horas a lo largo del día (08:00h, 14:00 h, 20:00 h). Donde los resultados mostraron que la alfalfa cosechada a las 20:00 horas tuvo valores elevados de digestibilidad in vitro de materia seca (DIMS) que la alfalfa cortada a primeras horas de la mañana, lo cual influye en su valor nutritivo. Es decir que los cortes al atardecer presentan mayor digestibilidad y contenido de hidratos de carbono.

4.2.4.3. Factores ambientales sobre la calidad del forraje

Las condiciones ambientales durante el desarrollo de las plantas son clave en la composición de estas, lo que a su vez regula los límites del valor nutritivo. Las variaciones estacionales de luz, humedad, fotoperiodo, temperatura, la presencia de plagas,

enfermedades y malezas son elementos que influyen en los cambios en el rendimiento y la calidad del forraje durante las distintas etapas fenológicas (Mueller, 1992).

4.2.4.4. Influencia de la fertilidad del suelo en la calidad del forraje

De acuerdo con Mueller (1992) indica que la disponibilidad de elementos esenciales en el suelo también incide en el valor nutritivo del forraje. La carencia de elementos fundamentales puede provocar un crecimiento más lento de las plantas. Es crucial contar con una adecuada fertilidad del suelo, particularmente del fósforo para favorecer un buen crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas.

4.2.4.5. Manejo del riego sobre la calidad del forraje

Según Mueller (1992) el manejo adecuado del riego tiene un impacto significativo en la calidad del forraje. El estrés hídrico puede retardar el crecimiento de las plantas, lo que hace más digerible, pero reduce el rendimiento. Por otro lado, abundante agua limita el crecimiento y disminuye la concentración de nutrientes del alimento. En resumen, es importante mantener la humedad del suelo en niveles adecuados para evitar el estrés y favorecer el crecimiento durante el ciclo de corte, especialmente durante el verano, cuando se incrementa la demanda de agua.

4.2.4.6. Influencia de la época sobre la calidad del forraje

En un estudio realizado por Contreras et al., (2019) indican que la época del año tiene un impacto significativo en el valor nutricional de la alfalfa. La época seca, con temperaturas altas y escasez de lluvias, limita el crecimiento de las plantas y reduce su valor nutricional. Por otro lado, la época lluviosa, con mayor precipitación, permite un mejor crecimiento de las plantas y una mayor producción de forraje.

4.2.4.7. Influencia de las plagas sobre la calidad del forraje

La presencia de las plagas, insectos y nemátodos impactan en la calidad del forraje y puede limitar su producción, presentando otra forma de estrés para la planta. La aparición de plagas puede ralentizar el crecimiento y dar como resultado un forraje de menor calidad. Sin embargo, existen variedades de alfalfa que presentan resistencia a las plagas, lo cual puede contribuir a prevenir los daños ocasionados y mejorar la calidad del forraje (Mueller, 1992).

4.2.4.8. Influencia de las enfermedades sobre la calidad del forraje

Los síntomas de las enfermedades en las plantas se manifiestan a través de la defoliación de hojas, lo que resulta en una disminución en la calidad del forraje. Las enfermedades que afectan la raíz y corona debilitan el sistema radicular, lo que reduce la absorción de agua y nutrientes. Como consecuencia, se produce un retraso en el crecimiento de las plantas (Mueller, 1992).

4.2.4.9. Influencia de las malezas en la calidad del forraje

La influencia de las malezas en la calidad del forraje radica en que estas pueden provocar un bajo rendimiento en la alfalfa, debido a la competencia por agua, nutrientes y la luz solar, lo que a su vez reduce la calidad nutricional. Por consiguiente, el control de las malezas es crucial y debe ser considerado para lograr mayores y mejores rendimientos (Mueller, 1992).

4.2.5. Variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Según el Ministerio del ambiente (2019), en el Perú, en los últimos 30 años se cultivaron 30 variedades de alfalfa, de las cuales las más cultivadas son: Beacon, Moapa 69, Alta sierra, Ranger, Monsefú, Cup 101, Hortus 1001, California 55, Alfa plus, AGP 305, AGP 550, etc. En la región de Apurímac se siembra las siguientes variedades: Alfamaster 10, Supersonic, Moapa 69, Cup 101, Alta sierra, Ranger y se describen a continuación.

4.2.5.1. Variedad Moapa 69

La variedad de alfalfa Moapa 69 fue desarrollada en Estados Unidos (EE. UU), posee una tolerancia de suelos con pH de 6.5 a 7.5 (AgroBesser, 2020). Además, esta variedad se adapta a una altitud de 2200 a 3200 m s.n.m., se puede usar para pastoreo, heno, ensilaje, etc. (Soplin, 2021). Asimismo, AgroBesser (2020) señala que, posee una capacidad de 6 a 8 cortes por año, con una producción de 22 a 28 t/Ms/ha/año, el tipo de dormancia es 8, tolerante a sequias, la altura promedio que puede alcanzar es de 70 cm en condiciones óptimas, es modernamente resistente a las enfermedades como al Fusarium, tolerante a los áfidos con un crecimiento rígido y rápida recuperación.

Según Capacho et al., (2018) evaluó cuatro variedades de alfalfa, de las cuales una de ellas fue evaluada la variedad Moapa 69, en la siguiente tabla 2 se muestra los resultados de la calidad nutricional.

Tabla 2

La calidad nutricional de la variedad de alfalfa (Moapa 69)

Calidad nutricional de la Alfalfa Moapa 69	
Proteína Cruda (PC) %	21.10
Materia seca (MS) %	9.23
Fibra detergente neutra (FDN) %	49.50
Fibra detergente acida (FDA) %	38.56
Ceniza (%)	17.26
Calcio (Ca) %	1.47
Fosforo (P) (%)	0.36
Digestibilidad in vitro (DIV) (%)	50.26

Fuente: (Capacho et al., 2018).

4.2.5.2. Variedad Supersonic

Según el catálogo de AgroBesser (2020) esta variedad es una alfalfa premium australiana, se utiliza en pastoreos intensivos y en programas de corte. Destaca por su gran tamaño de hojas, lo que permite almacenar una mayor cantidad de proteínas y energía. Es capaz de tolerar el pisoteo causado por el pastoreo debido a su amplia cobertura de área. Conocida como la alfalfa lechera, se caracteriza por su excelente relación hoja/tallo. Esta variedad, se adapta a valles interandinos, desde los 2200 – 3500 m.s.n.m. Presenta una longevidad estimada de 4 – 6 años, una producción de 22 a 28 t MS/ha/año. Posee una dormancia de tipo 9, se realiza entre 6 – 8 cortes al año, muestra una moderada resistencia al (*Fusarium*) y la marchitez bacteriana. De la misma manera en la siguiente tabla 3, se observa la calidad nutritiva de la variedad supersonic.

Tabla 3*Calidad nutricional de la variedad Supersonic*

Características de calidad nutricional	
Proteína Cruda (PC) %	22 %
Energía	6.5 MJ/Kg MS
Digestibilidad in vitro (DIV) %	70%

Fuente: Características según AGP (2019).

4.2.5.3. Variedad Alfamaster 10

El catálogo de AgroBesser, (2020) señala que esta variedad es de última generación, es considerada la mejor en el mercado peruano debido a su mayor velocidad de rebrote y a la abundancia de folíolos desde la base. Además, se adapta a diversos tipos de suelos y climas, desde valles hasta altitudes de hasta de 3400 m s.n.m. Otra de sus características destacadas es la alta digestibilidad de hojas y tallos, lo que permite alcanzar el máximo potencial de producción. Esta variedad tiene una producción estimada de 25 – 30 toneladas por hectárea por año, una longevidad de 3 - 5 años, entre 9 – 11 cortes por año, con una producción de 25 a 30t MS/ha/año, dormancia de tipo 10, se distingue por su tolerancia a la sequía y resistencia a enfermedades como la *Phytopthora* (Pudrición de la raíz) con una alta resistencia al *Fusarium*.

Tabla 4

Características de la calidad nutricional de la variedad Alfamaster 10

Características de calidad nutricional	
Proteína cruda (PC) %	24 %
Energía	6.2 MJ/Kg MS
Digestibilidad in vitro (DIV) %	75%

Fuente: (AgroBesser, 2020)

4.3. Aspectos generales del cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie herbívora, oriundo de las zonas altas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Su ciclo productivo es corto, se adapta muy rápido a diferentes ambientes, su alimentación va desde los desperdicios de cocina a forrajes y alimentos balanceados (Chauca, 1997).

Asimismo, según la Gaceta Molinera (2023) en la actualidad en el Perú se concentra la mayor cantidad de productores de cuy; donde la producción de cuyes genera ingresos a más de 800 mil familias de escasos recursos. Asimismo, la crianza de animales menores contribuye a la seguridad alimentaria y aumenta los ingresos de los pequeños hogares en zonas rurales (Lammers *et al.*, 2009).

4.3.1. Clasificación taxonómica del cuy (*Cavia porcellus*)

De acuerdo con Nagarajan *et al.*, (2021) el cuy se clasifica taxonómicamente como se observa en la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Clasificación taxonómica del cuy (Cavia porcellus)

Jerarquía	Descripción
Clase	Mammalia
Orden	Rodentia
Familia	Caviidae
Sub familia	Caviinae
Genero	<i>Cavia</i>
Especie	<i>C. porcellus</i>

4.3.2. Características morfológicas del cuy (*Cavia porcellus*)

De acuerdo con Chauca (1997) el cuerpo de los cuyes es alargado y está cubierto de pelos desde el nacimiento. El sexo no se puede diferenciar sin examinar los genitales, ya que la forma de caminar y la ubicación de los testículos no son indicadores fiables.

Partes del cuerpo del cuy:

Cabeza: La cabeza de los cuyes es relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable dependiendo de la variedad. Las orejas generalmente son caídas, aunque algunas variedades tienen orejas paradas debido a su tamaño pequeño. Las orejas son casi desnudas, pero están bastante irrigadas (Nagarajan *et al.*, 2021).

Cuello: El cuello es grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras, con el atlas y el axis bien desarrollados (Chauca, 1997).

Tronco: El tronco tiene forma cilíndrica y está conformado por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas que se articulan con el esternón; las 3 últimas costillas son flotantes (Chauca, 1997).

Abdomen: El abdomen tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad (Chauca, 1997).

Extremidades: Las extremidades son cortas en general, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. Los cuyes tienen 4 dedos anteriores y 3 dedos posteriores (Chauca, 1997).

4.3.3. Fisiología digestiva del cuy

Los cuyes se destacan de otros animales monogástricos al presentar una actividad gástrica de ritmo lento. Diversos factores influyen en esta particularidad, tales como la cantidad, tipo de alimento consumido y la presencia de cecotrofia. Asimismo, Meza et al., (2014) indican que, el proceso digestivo del cuy involucra dos tipos de digestión, una enzimática que se realiza al nivel del estómago y la microbial que se da a la altura del ciego.

Por ello, está clasificado como un animal fermentador postgástrico debido a los microorganismos que se encuentran en el ciego (Chauca, 1997). De modo que, la duración de la digestión y el tránsito del forraje a través del estómago se extiende según la cantidad y la clase de alimento que el cuy consume (Chisag, 2016).

- **Sistema digestivo del cuy (*Cavia porcellus*)**

Según Imam et al., (2021) el sistema digestivo del cuy posee diferentes órganos como; esófago, estomago, hígado, duodeno, yeyuno, íleon, ciego, colon, recto, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2

*Sistema digestivo del cuy (*Cavia porcellus*)*



Nota: (A) Esófago, (B) Estomago, (C) Hígado, (D) Duodeno, (E) Yeyuno, (F) Íleon, (G) Ciego, (H) Colon, (I) Recto.

- **Boca**

El cuy (*Cavia porcellus*) posee cuatro incisivos superiores, dos incisivos inferiores, seis premolares y ocho molares cuya función es triturar el forraje, las cuales contribuyen en la digestión (Chauca, 1997). En la boca se ubican las glándulas salivales encargadas de generar saliva. Esta saliva ayuda a fragmentar y humedecer el alimento,

convirtiéndose en una masa llamada bolo alimenticio, esta misma abre paso al estómago donde empieza la digestión enzimática (Cardona *et al.*, 2020).

- **Estómago**

Según Kohles (2014) el estómago del cuy es glandular, con una superficie interna lisa y el píloro está compuesto por pliegues longitudinales o rugosidades. Es así que, la digestión enzimática tiene lugar en esta sección del estómago, donde este realiza movimientos propios, secreta ácido clorhídrico y otras sustancias. Asimismo, en el estómago se lleva a cabo la degradación de algunos carbohidratos, proteínas, pero sin poder llegar a la formación de glucosa ni aminoácidos (Solórzano & Sarria, 2014).

Además, Bondi (1989) indica que, el ácido clorhídrico presenta propiedades bactericidas que ayudan a destruir las bacterias que están siendo ingeridas junto con el alimento, cumpliendo una función de protección del organismo. Hay que mencionar que, también se encarga de disolver el bolo alimenticio y lo convierte en una masa homogénea para así pasar al intestino delgado (Chauca, 1997).

- **Intestino delgado**

El intestino delgado de los cuyes se compone en tres secciones (duodeno, yeyuno e íleon), como se encuentra en la mayoría de las especies, siendo el yeyuno la sección más larga (Kohles, 2014). Asimismo, en el intestino delgado se lleva a cabo la mayor parte de la digestión y absorción de diversos nutrientes. Entre ellos los aminoácidos, azúcares, grasas y ácidos grasos de cadena larga, así como vitaminas y los minerales (Usca *et al.*, 2022). A nivel del intestino delgado, en la primera porción se encuentra el duodeno, donde se mezclan los alimentos con las secreciones del hígado y el páncreas;

en el yeyuno se lleva a cabo la absorción (McDonald *et al.*, 1999). Las enzimas secretadas por el hígado y páncreas descomponen los carbohidratos, proteínas y grasas en unidades más simples como monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos (Cardona *et al.*, 2020). De modo que, los nutrientes digeridos se absorben a través del revestimiento intestinal y se incorporan al torrente sanguíneo para ser utilizado por el organismo (Torres, 2013).

- **Intestino grueso**

Según Cardona *et al.*, (2020) el intestino grueso está formado por el ciego, el colon y el recto. Presenta una estructura compleja con adaptaciones macro y microscópica para descomponer alimentos ricos con celulosa (Dellmann, 1993). De esta forma, los carbohidratos son absorbidos junto con el agua y las sales minerales, lo que significa que estas sustancias aprovechadas por el organismo son para obtener energía y otros beneficios (Bondi, 1989). Sin embargo, algunas sustancias que no son aprovechadas por el cuerpo son desechadas y se desplazan hacia la parte final del sistema digestivo (McDonald *et al.*, 1999).

- **Ciego**

De acuerdo con Huamani (2023), el ciego se distingue por ser el más desarrollado, la cual se encarga de la fermentación y la proliferación de los microorganismos, dando lugar a una considerable cantidad de nutrientes. Según Jara *et al.* (2019) la estructura del ciego en la primera y segunda semana de vida, está completamente desarrollado mostrando la base, el cuerpo y el vértice; en este periodo se expandió de izquierda a derecha.

Asimismo, el ciego es muy similar a un saco, que representa un 15% de su peso vivo y su función es fermentar alimentos fibrosos mediante las bacterias beneficiosas (Chauca, 1997), en su mayoría se encuentran bacterias gram negativas, donde sintetizan ácidos grasos volátiles, proteína microbiana y vitamina B, donde los nutrientes se transforman y se absorben pequeñas cantidades de agua, sodio y vitaminas, junto con los productos de la digestión microbiana.

Por otra parte, el ciego es esencial en la síntesis de la vitamina K y vitaminas del grupo B (Cardona *et al.*, 2020), donde la estructura del ciego retiene grandes cantidades de materiales inactivos y de gran tamaño y aprovechar la fibra digerida. El tránsito a través del ciego es más lento, lo que significa que puede quedarse ahí hasta 48 horas, especialmente ocurre cuando la dieta cuenta con mayor cantidad de celulosa (Chauca, 1997). Además, la fibra dietética es esencial para mantener una flora intestinal saludable, la deficiencia de este reduce la motilidad intestinal y la fermentación se ve afectada, lo cual puede causar problemas de digestión (Grant, 2014).

Además, el colon y el recto tienen la función de recibir los desechos que no han sido procesados ni absorbidos en el intestino delgado y estos son expulsados en forma de heces por el ano.

- **Cecotrofia**

De acuerdo con Cardona *et al.*, (2020) la cecotrofia es la ingestión de los cecotrofos o heces blandas que se producen en el ciego, son ricas en proteína, vitaminas, carbohidratos y lo consumen del ano y por lo general ocurre de noche.

De acuerdo a Chauca & Muscari (2018), los cecotrofos son las heces blandas que poseen elevado contenido de nitrógeno, se toma directamente del año y desempeñan un papel importante al aprovechar la proteína presente en el ciego, se reutiliza el nitrógeno proteico y no proteico que no fue digerida en el intestino delgado. Asimismo, al reutilizar nitrógeno mediante la cecotrofia, es un indicador de un buen índice productivo incluso cuando se proporciona raciones con bajos o moderados niveles de proteína (Chauca & Muscari, 2018).

4.4. Digestibilidad

La digestibilidad es el porcentaje de un nutriente digerido y que desaparece en el paso por el tracto gastrointestinal (Shimada, 2003). La digestibilidad involucra medir o evaluar cómo los nutrientes se descomponen y desaparecen a lo largo del sistema digestivo debido a la absorción que se da al nivel del intestino delgado; resulta ser importante adquirir información sobre la digestibilidad de los alimentos que a menudo son consumidos por los cuyes (McDonald *et al.*, 1999). De modo que, a una alta digestibilidad, los cuyes serán capaces de obtener mayor cantidad de nutrientes del alimento, lo que contribuye en el desarrollo y la salud del animal (Lammers *et al.*, 2009). Además, existen dos tipos de digestibilidad, la digestibilidad verdadera y aparente.

4.4.1. Digestibilidad verdadera o real

De acuerdo con McDonald *et al.*, (2010), la digestibilidad verdadera o real desempeña un papel crucial en la nutrición animal al representar la proporción de los nutrientes que efectivamente son absorbidos y utilizados por el organismo. En la mayoría de casos, determinar la digestibilidad real presenta un desafío significativo al requerir la

distinción entre la fracción de los nutrientes presentes en las heces y directamente relacionados con el alimento consumido por los animales. Este proceso de discernimiento es crucial para evaluar la eficiencia de la alimentación y la asimilación de los nutrientes por parte de los animales.

Asimismo, Bondi (1989) señala que este concepto es fundamental para comparar la cantidad del alimento que consume un animal con los residuos presentes en sus heces. Esta comparación directa proporciona una medida de la cantidad de nutrientes absorbidos y utilizados por el animal, sin considerar los procesos metabólicos internos. Además, el autor resalta la importancia de separar la cantidad del alimento ingerido y las heces para entender la verdadera digestibilidad de los nutrientes.

4.4.2. Digestibilidad aparente

En animales monogástricos, las excretas son una combinación compleja de alimentos ingeridos, células intestinales desprendidas, jugos digestivos y algunos microorganismos del intestino. Esta diversidad en la composición de las heces refleja el proceso de digestión en el tracto digestivo de los animales, donde se descompone y absorbe los nutrientes. La digestibilidad aparente es la diferencia entre el alimento consumido y las heces excretadas (Bondi, 1989).

Además, Church et al., (2002) mencionan que la digestibilidad aparente de un nutriente, se calcula como la diferencia entre la cantidad ingerida de dicho nutriente y la cantidad presente en las heces. Es importante tener en cuenta que la cantidad total en las heces no solo incluye los residuos no digeridos del alimento, sino también las fuentes

endógenas del mismo nutriente. Estas fuentes endógenas, derivadas de los procesos metabólicos internos, se eliminan junto con los residuos no digeridos.

4.4.3. Coeficiente de digestibilidad

Es el método indirecto que se encarga de medir la absorción de nutrientes, ya que no basta con que el nutriente esté en cantidades elevadas, sino que también es necesario que puedan ser digeridos y utilizados por el animal (Manríquez, 1994).

Asimismo, para poder calcular el coeficiente de digestibilidad, es necesario encontrar el porcentaje de variación entre la cantidad de un nutriente consumido y la cantidad presente de las heces después de un cierto periodo (Lloyd *et al.*, 1982).

De acuerdo con Bondi (1989) la digestibilidad comúnmente se muestra mediante el coeficiente de digestibilidad y puede ser calculada para la materia seca o un nutriente en específico. El coeficiente de digestibilidad (CD) de la materia seca (MS), se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{CD MS (\%)} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada}}{\text{MS ingerida}} * 100$$

De la misma forma, se puede calcular el coeficiente de digestibilidad para un nutriente en específico, usando la formula descrita.

4.5. Factores que influyen en la digestibilidad

De acuerdo con Solórzano & Sarria (2014), la selección de un alimento adecuado para animales menores y que cubra las necesidades nutricionales, no solo depende de la composición química de la dieta, mucho menos de la palatabilidad ni disponibilidad.

Sin embargo, es importante tomar en cuenta el alimento, que realmente es aprovechado por el animal y en qué grado; de esta manera se conoce la digestibilidad de dicho alimento.

La capacidad de ser digerida de un alimento se ve influenciada por diversos factores como; preparación de los alimentos, la composición de la dieta, factor animal y su nivel de ingesta (McDonald et al., 2010).

- **Composición de la dieta**

Según Cañas (1998) la digestibilidad es la facilidad con que el alimento es descompuesto y absorbido por el organismo. Esta propiedad está ligada con la composición química de la dieta, donde el factor que influye es la fracción de la fibra cruda existente en el alimento, la cual es difícil de digerir a comparación de otros componentes en los alimentos.

- **Factor animal**

De acuerdo con Cañas (1998), aunque la digestibilidad es una propiedad intrínseca del alimento y el consumidor, puede variar cuando se suministra a distintos animales debido a las diferencias fisiológicas y metabólicas que existe en diferentes animales.

Es decir, los animales jóvenes poseen enzimas digestivas bajas a comparación de los animales adultos. Sin embargo, a medida que los animales crecen y maduran, su sistema digestivo es más funcional y las enzimas digestivas son más eficientes. Lo cual mejora la capacidad de digerir y absorber los nutrientes, traduciendo a una mayor digestibilidad a medida que envejecen los animales. La digestibilidad está más ligada al

tipo de alimento que los animales consumen, es decir qué; no implica que el mismo alimento sea digerido igual en todos los animales (McDonald et al., 2010).

- **Preparación de los alimentos**

De acuerdo con Chauca (1997), los cuyes por naturaleza son herbívoros y muestran preferencia por el forraje verde, la cual es una fuente de vitamina C y debe ser ofrecido previo oreado para evitar el meteorismo.

Los alimentos groseros son sometidos a diversos tratamientos para que se pueda reducir su tamaño, por lo que el tipo de alimento afecta la digestibilidad sea, picado, harina, heno, forraje verde. Los alimentos groseros molidos pasan por el sistema digestivo de forma rápida que los productos largos como forraje verde o heno (McDonald et al., 1999).

- **Nivel de ingesta de la dieta**

De acuerdo con Bondi (1989), cuanto mayor proporción de alimento en la dieta de los animales, la digestión es menos eficiente, esto se debe a que los alimentos se mueven más rápido a través del sistema digestivo, lo que limita el tiempo necesario para que los nutrientes puedan procesarse y posteriormente absorberse.

Por lo tanto, es importante realizar pruebas de digestibilidad que se llevan en dos condiciones; la fase pre- experimental donde la alimentación es ad libitum y la etapa experimental donde se proporciona solo la cantidad necesaria de alimento y así medir el nivel de aprovechamiento del alimento (Cañas, 1998).

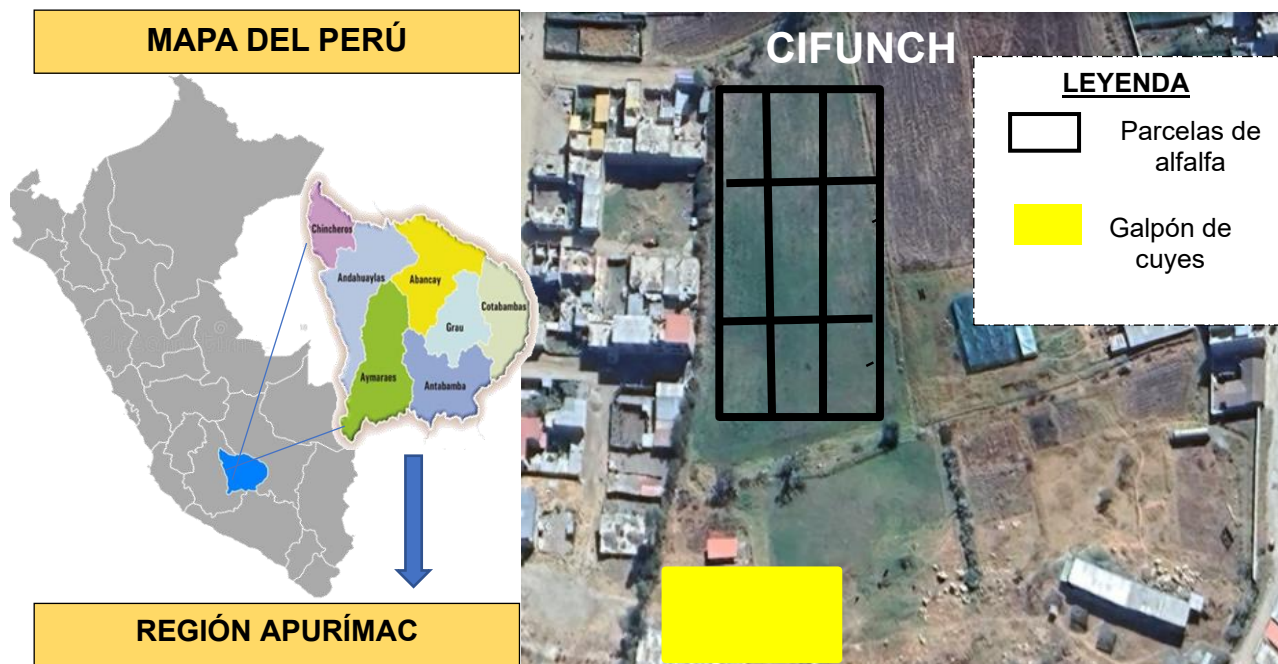
V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar de ejecución de la investigación

El trabajo experimental se desarrolló en el galpón de cuyes del Centro de Investigación Fundo Choccepuquio (CIFUNCH), de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria - Filial Andahuaylas, Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. El centro de investigación se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Chumbao, en el distrito de Andahuaylas, provincia Andahuaylas, en la región Apurímac a $13^{\circ}40'11''$ latitud sur y $73^{\circ}24'30'$ longitud' oeste, a un nivel de 2.870 m.s.n.m.

Figura 3

Localización del campo experimental



Fuente: Adaptado de Google

5.2. Características hidrológicas de la zona de estudio

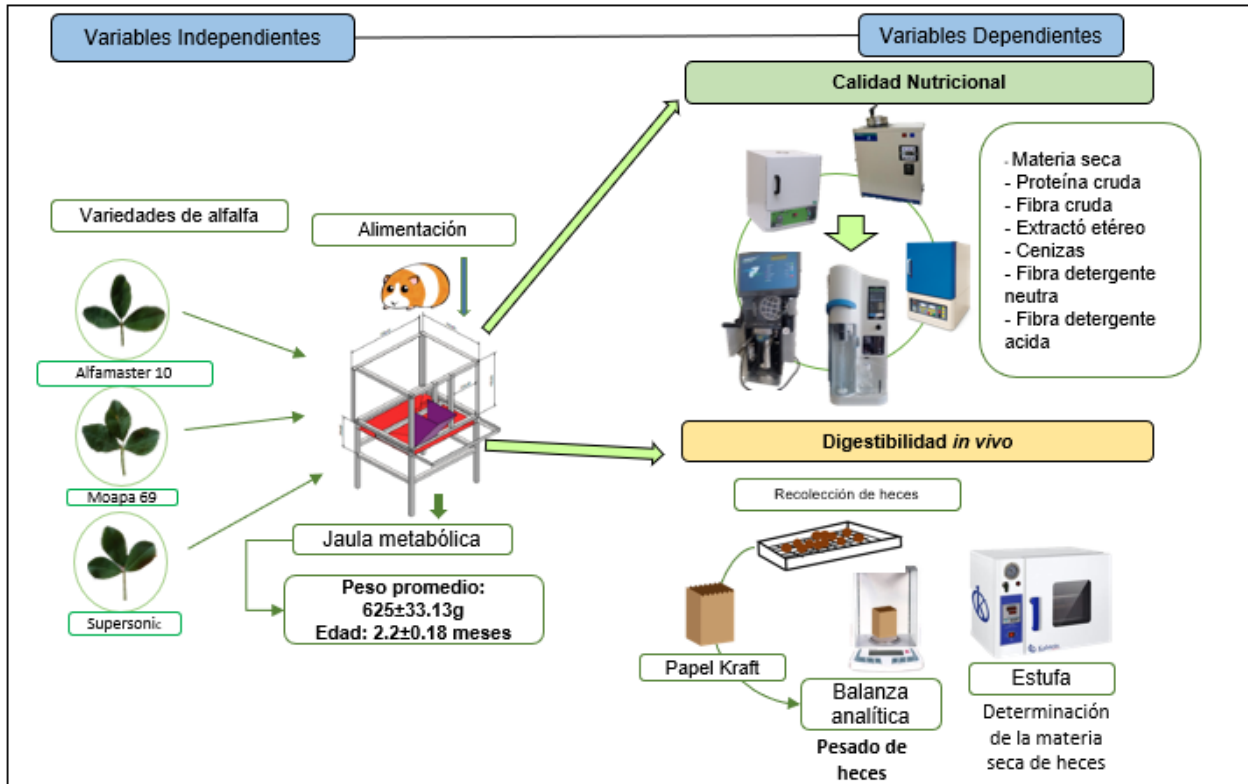
Al nivel de la provincia de Andahuaylas, región Apurímac, las condiciones climáticas varían de templados a moderadas, con una temperatura de 5° a 19°C con una precipitación promedio de 1055 mm por año, equivalente a 88 mm mensuales (Senamhi, 2020). Asimismo, los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero son considerados los meses con mayor precipitación, mientras que los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre son caracterizados por una cantidad mínima de lluvia, siendo considerados como los meses secos.

5.3. Duración del estudio

La investigación tuvo una duración de 25 días, con dos etapas; 14 días de acostumbramiento y la etapa experimental duró un total de 10 días donde se realizó la colección total de heces para la determinación de la digestibilidad *in vivo* de materia seca, dicha metodología fue tomada del trabajo de investigación realizado por (Ccama, 2019). Asimismo, esta última etapa se determinó el contenido nutricional de las tres variedades de alfalfa, en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos en la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Posteriormente se realizó el procesamiento de los datos y la redacción de tesis.

Figura 4

Esquema experimental de la investigación


















5.4. Unidades experimentales

Las unidades experimentales se realizaron empleando jaulas metabólicas donde los tratamientos fueron T1: Alfamaster 10, T2: Moapa 69 y T3: Supersonic y, el número de repeticiones fueron 5 por tratamiento, dando un total de quince unidades experimentales. La asignación de cada tratamiento de manera aleatorizada como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5

Unidades experimentales

R1	T3: SUPERSONIC 	T1: ALFAMASTER 10 	T2: MOAPA 69 
R2	T1: ALFAMASTER 10 	T2: MOAPA 69 	T3: SUPERSONIC 
R3	T3: SUPERSONIC 	T3: SUPERSONIC 	T1: ALFAMASTER 10 
R4	T2: MOAPA 69 	T2: MOAPA 69 	T3: SUPERSONIC 
R5	T1: ALFAMASTER 10 	T1: ALFAMASTER 10 	T2: MOAPA 69 

Nota. Se observa los 5 animales por tratamiento (T1; Alafmaster10, T2; Moapa 69, T3; Supersonic).

5.5. Materiales y equipos

- **Equipos**

- Estufa Tomos ODHG-90704 Heating Drying Oven con rango de temperatura de 0° a 200°C.
- Balanza analítica Electronic Scale de una precisión de 0.01 g.

- **Materiales de campo**

- Mantas de polipropileno
- Segaderas (Para el corte).
- Fichas de registro.
- Algodones.

- Termómetro ambiental.
- Mandil.
- Barbijo.
- Guantes de nitrilo.
- Cinta de embalaje.
- Alcohol.
- Tijeras.
- Laptop.
- Balanza electrónica.
- **Materiales de limpieza**
 - Detergente.
 - Hipoclorito de sodio.
 - Escobillas.
 - Trapos para limpieza.
- **Productos veterinarios**
 - Hematec
 - Tuberculinas de 0.1 ml.

5.6. Metodología experimental

5.6.1. Periodo pre experimental

El periodo de adaptación tuvo una duración de 14 días para que los animales se acostumbren a las nuevas instalaciones y las nuevas condiciones experimentales. Se registró el peso de cada animal y fueron distribuidos al azar cada una en jaulas

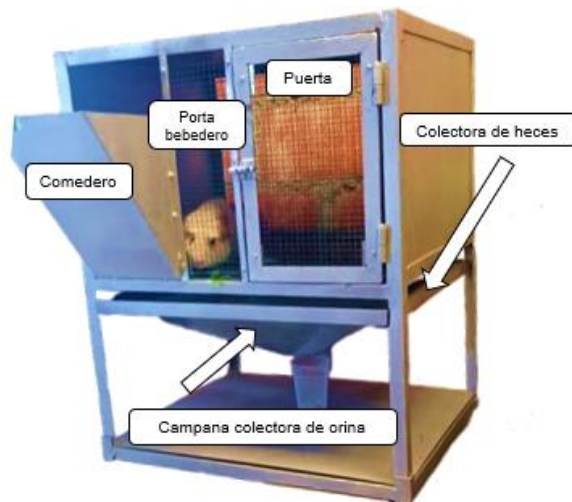
metabólicas. El forraje fue suministrado gradualmente hasta alcanzar el 100% de forraje verde ya que venían consumiendo forraje + alimento balanceado.

Animales: Los animales presentaron una condición de salud óptima para la evaluación, con un ligero episodio de micosis que fue controlado de manera efectiva. Se utilizaron 15 cuyes machos de raza Perú en etapa de recría con 2.2 ± 0.18 meses de edad, con pesos promedio de 625 ± 33.13 gramos, procedentes del galpón de cuyes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria – Filial Andahuaylas los cuales fueron distribuidos al azar en jaulas individuales.

Instalaciones: El trabajo experimental se realizó en jaulas metabólicas con unas dimensiones de 0.50 cm de ancho, 0.60 cm de largo y 0.40 cm de altura, el cual da un área total de 0.30 cm². Estas jaulas individuales están fabricadas de acero oxidable e incluye una malla fija para el piso de una cocada de 10x10 mm. Además, contaba con un comedero tipo cono para el suministro de forraje, una porta agua para el bebedero, una malla extraíble tipo bandeja con cocadas de 2x2 mm, una campana colectora de orina y recipientes de plástico para la recolección de orina.

Figura 6

Partes de la jaula metabólica



Suministro de agua: Se le dio agua *ad libitum* en botellas de 500 ml con su respectivo chupón. El agua se suministró a medida que consumían los animales en ambas etapas experimentales.

Suministro de Hematec: El producto de uso veterinario tiene un efecto energizante, anti estresante, hepatoprotector, antioxidante el cual contiene fósforo, magnesio, cobalto, biotina, vitamina A, vitamina E, vitamina C, vitamina B12, aminoácidos totales y agua (Tecnología Química Comercio., 2024). Dicho producto aumenta el apetito de los animales que han sufrido alguna enfermedad. Se suministró 1 ml por cuy 3 veces durante la etapa pre experimental porque tuvieron una ligero episodio de micosis.










Alimento suministrado: La cantidad de alimento fue pesado y suministrado gradualmente a medida que los animales fueron creciendo, hasta llegar a los 550 gramos de forraje picado en trozos. El cual fue suministrado dos veces al día; en la mañana 200 gramos y en la tarde 350 gramos, en horarios fijos.

Desinfección: La desinfección se realizó con agua más hipoclorito de sodio diariamente las partes externas de la jaula metabólica, en toda la etapa pre experimental y experimental. Asimismo, previo a la etapa experimental las jaulas fueron lavadas y desinfectadas para garantizar la salud y la higiene de cada animal.

Materia prima: Se utilizó tres parcelas de alfalfa, cada una con las siguientes variedades (Alfamaster 10, Supersonic, Moapa 69), las cuales ya existían en el CIFUNCH, el cual pertenece a la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria - Filial Andahuaylas, las variedades de alfalfa estaban distribuidas como se observa en la figura 7. El corte del forraje para la alimentación se realizó en un horario fijo (3:40 pm) para dejar oreando toda la noche y se pueda alimentar con ello al día siguiente.

Figura 7

Croquis de las parcelas de alfalfa

<p>Moapa 69</p> 	<p>Supersonic</p> 	<p>Alfamaster 10</p> 
<p>Alfamaster 10</p> 	<p>Moapa 69</p> 	<p>Supersonic</p> 
<p>Supersonic</p> 	<p>Alfamaster 10</p> 	<p>Moapa 69</p> 

Nota. Los cuadros en colores son las parcelas que se evaluaron.

5.6.2. Etapa experimental

El periodo experimental tuvo una duración de 10 días, los animales fueron asignados de manera aleatoria a las diferentes jaulas con diferentes variedades de alfalfa. Además, durante este periodo se llevó a cabo la prueba de digestibilidad mediante la colección total de heces.

Alimento ofrecido: Cada variedad de alfalfa (Alfamaster 10, Supersonic, Moapa 69) se alimentó a cinco animales. El forraje fue cosechado un día antes de su suministro, se llevó a cabo el proceso de oreo adecuado para prevenir el riesgo de timpanismo, posteriormente fue picado en trozos con tijeras en porciones pequeñas. Antes de su distribución, el forraje fue pesado en una balanza.

Residuo de forraje: Después de 24 horas del suministro del alimento (día siguiente), el forraje no consumido se recolectó en bandejas y fue pesado en una balanza.

Peso de los animales: Todos los animales fueron pesados en un horario fijo antes del suministro de forraje (8:50 am) durante los 10 días de evaluación.

Horarios de alimentación: Los horarios de alimentación fueron dos veces al día en horarios fijos; en la mañana (9:00 am) y por la tarde (3:30 pm).

5.6.3. Recolección de heces y manejo de heces

Para la recolección y manejo de heces, se siguió el siguiente procedimiento: Las heces fueron colectadas individualmente cada 24 horas en ambos periodos durante los 10 días consecutivos. Se extrajo las bandejas que acumulan las heces de las jaulas

metabólicas y se realizó la recolección individual de las heces para ser pesado de manera fresca, en una balanza analítica. Posteriormente, se eliminaron las impurezas de las heces y fueron colocadas en bolsas de papel Kraft, para poder ser llevada a una estufa, a una temperatura de 105° por un periodo de 24 horas. Transcurrido ese tiempo las heces fueron retiradas de la estufa y se pesaron, los pesos secos fueron registradas en una ficha de registro.

5.6.4. Materia seca de tres variedades de alfalfa

Se realizo corte del forraje verde de las tres parcelas en los días 1 y 5 de la etapa experimental, para la determinación de la materia seca. Posteriormente, fueron picadas con unas tijeras, se pesaron 100 gramos de forraje de cada variedad en una balanza analítica y se colocaron en bolsas de papel Kraft para su posterior traslado a una estufa. Cada muestra de forraje fue codificado y luego llevada a una estufa a 105°C durante 24 horas. Una vez transcurrido este tiempo, las muestras fueron retiradas de la estufa y se procedió a la medición de su peso seco correspondiente.

$$MS\% = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

5.6.5. Muestras de tres variedades de alfalfa para análisis de contenido nutricional

Se separó 100 gramos de forraje verde diariamente, del forraje que iba ser suministrado durante el día para cada animal. Este forraje fue picado con unas tijeras, codificadas y luego llevadas a una estufa a 65 °C, donde se mantuvieron por un periodo de 48 horas, este proceso se realizó durante los 10 días, al final fueron juntadas cada

forraje del cuy correspondiente en una sola bolsa, dando un total de 15 muestras de alfalfa las cuales fueron llevadas al laboratorio para su análisis bromatológico correspondiente.

5.6.7. Análisis del contenido nutricional

Para el análisis del contenido nutricional de las tres variedades de alfalfa, las muestras fueron llevadas para poder ser analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos (LABNUT), del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología el cual pertenece a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, donde se realizaron los siguientes análisis durante 20 días:

- **Proteína cruda (PC):** Son compuestos químicos, formados por carbono, hidrogeno, oxígeno y una considerable cantidad de nitrógeno. Este último representa un 16% de la materia seca de la proteína, la determinación de la proteína se basa en poder medir el nitrógeno total del alimento, tanto proteico y no proteico (Cozzolino, 1994).

La proteína cruda se determinó por el método 928.02 de la metodología de (AOAC, 2012) el cual consiste en tres procesos; la digestión, destilación y la valoración. donde se pesa en una balanza analítica 1.0 g (± 0.05 g) de muestra homogenizada en un papel libre de nitrógeno el cual es colocado en un tubo de digestión más 1 tableta de catalizador y se agregó 12 ml de ácido sulfúrico, el cual se lleva al digestor de proteína. El segundo proceso es la destilación, este proceso consistió en agregar 15 ml de agua destilada al tubo con la muestra fría y 50 ml de hidróxido de sodio, donde se utilizó el equipo de nitrógeno (TECNAL TE-304,

Brasil). El destilado terminó en un matraz con 50 ml de una solución de ácido bórico más 10 ml de indicador mixto. Posteriormente, se realizó el tercer proceso de titulación, en este proceso se utilizó una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 0.25N, el HCl se agregó gradualmente hasta que se genere el cambio de color y ese gasto (ml) de HCl se usó para determinar la PC, donde se calculó el nitrógeno de la muestra con la siguiente formula:

$$\text{Nitrógeno (mg)} = 14 * \text{Volumen Hcl (ml)} * \text{Normalidad Hcl}$$

A partir del nitrógeno Kjeldahl se calculó el % de proteína de la muestra:

$$\% \text{ Proteina} = \frac{\text{Nitrógeno (mg)}}{\text{Peso muestra (mg)}} * \text{factor proteico (6.25)}$$

- **Fibra cruda (FC):** La fibra cruda es la porción de la materia seca de un alimento que no es digerido en el tracto digestivo y cual está formada por celulosa, hemicelulosa y la lignina (Ramirez & Arrubla, 2016).

La determinación de la fibra cruda se realizó de acuerdo a la metodología validada por Ankom en un estudio realizado por Komarek et al., (1996), donde se rige el siguiente protocolo:

Se pesó 1.0 g (± 0.05 g) directamente en una bolsa filtro #F57 (Ankom) y sellado con un equipo especializado, (Ankom Technology). Para posterior usar el equipo Ankom (A200, USA) en el cual los filtros fueron colocados en las canastillas para luego agregar ácido sulfúrico al 0.25N por 30 minutos a 100°C, se lavó 3 veces con 2 litros de agua hervida y nuevamente se pasó con una solución básica a partir de hidróxido de sodio al 0.33N por 30 min a 100°C. Se secó y se llevó a calcinar a una temperatura de 650 °C $\pm 15^\circ$ en una mufla (Thermo scientific, USA)

y se calculó los resultados usando la fórmula de acuerdo al estudio realizado por Komarek et al., (1996).

- **Extracto etéreo o Grasa (EE):** De acuerdo con la empresa (TECNAL, 2024) especializada en la fabricación y venta de equipos de laboratorio, el extracto etéreo o también llamada grasa cruda, es la fracción lipídica de un alimento que se caracteriza por ser insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos, proporciona una fuente importante de energía para los animales.

El Extracto etéreo se determinó por el método soxhlet en un automatizado (Ankom XT15). Se pesó una muestra homogenizada en una bolsa filtro 1.0g (± 0.05 g) el cual es sellada, se coloca en los anillos del recipiente, este proceso dura 60 minutos donde la muestra se somete a una extracción con éter de petróleo libre de peróxidos. Por último, se realiza una extracción total de la grasa por el método soxhlet y se lleva a una estufa a temperatura de $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ durante 3 horas para eliminar la humedad. Posterior a ello se retiró las muestras del horno en una bolsa desecante y se dejó enfriar por un periodo de 10 -15 minutos para después volver a pesarlo en una balanza analítica.

- **Ceniza (CNZ):** Es el contenido total de compuestos inorgánicos de un alimento dentro del cual se encuentran en una u otra porción (Cozzolino, 1994).

Para la determinación de la ceniza se realizó mediante el método 942.05 de la metodología de (AOAC, 2005) donde se utilizó 2.0 g (± 0.05 g) de la muestra homogenizada en un crisol, el cual se llevó a calcinar en una mufla (Termo scientific, USA) a 650° por 8 horas. Pasado este tiempo se realiza la extracción de las

muestras para su pesado correspondiente, el resultado se calcula mediante el método en el que consisten en la diferencia de pesos.

- **Fibra detergente neutra (FDN):** Es la cantidad total de la pared celular de un forraje, incluyendo la hemicelulosa y la celulosa, está relacionado negativamente con el consumo ya que en la pared celular se encuentra sustancias de bajo aprovechamiento por parte de los animales (FOSS Analytical, 2018).

Para el análisis correspondiente se empleó 0.5g (± 0.05 g) de muestra en una bolsa filtro #F57 el cual fue sellada por un equipo térmico (Ankom Technology). La digestión se realizó en una solución detergente neutra + 20 gramos de sulfito de sodio con 4 ml de alfa amilasa por 60 minutos a 100°C en un equipo especializado en analizar fibras Ankom (A200, USA).

- **Fibra detergente acida (FDA):** De acuerdo a la empresa danesa FOSS Analytical, (2018) la FDA es la cantidad de celulosa y lignina presente en la pared celular del forraje, el cual es difícil de digerir por los animales. A medida que el FDA aumenta, se reduce la digestibilidad del forraje, por lo cual los animales pueden tener dificultades de poder obtener los nutrientes necesarios del forraje.

El análisis para fibra detergente acida se realizó de acuerdo a lo descrito por Vogel et al., (1999); donde se usó 0.5g (± 0.05 g) gramos de muestra homogenizada en una bolsa de filtro #F57 (Ankom, USA) y se realizó la digestión en una solución detergente acida disuelta en solución de ácido sulfúrico al 1N por 60 minutos a 100°C en el equipo analizador de fibra Ankom (A200, USA).

5.6.8. Determinación de la digestibilidad de la materia seca (MS)

Para determinar los coeficientes de digestibilidad se utilizó el método directo para la digestibilidad de las tres variedades de alfalfa. Empleando la ecuación descrita por Bondi, (1989).

Método directo:

$$CD - MS(\%) = \frac{MS \text{ (Ingerida)} - MS \text{ (Excretada)}}{MS \text{ (Ingerida)}} * 100$$

5.7. Evaluación de parámetros productivos

Se emplearon diferentes fórmulas para poder calcular los diferentes parámetros productivos que se muestran a continuación.

- **Determinación de consumo de materia seca (CMS)**

Para poder calcular el consumo de materia seca (CMS), el alimento ofrecido y residual fueron pesados en una balanza, para obtener dicho resultado se empleó la siguiente formula:

$$CSM: \text{Materia seca (Ofrecida)} - \text{Materia seca (Residuo)}$$

- **Determinación de ganancia media diaria (GMD)**

De igual manera para la GMD, se calculó diariamente pesando los animales en un horario fijo, utilizando la siguiente formula:

$$GMD = \text{Peso final} - \text{Peso Inicial} / 10 \text{ dias}$$

- **Determinación de conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia se calculó a partir del consumo de materia seca y ganancia de peso, utilizando la siguiente formula:

$$CA: \frac{\text{Consumo de Materia seca}}{\text{Ganancia de peso}}$$

5.8. Análisis estadístico

Los resultados de la investigación pasaron por un análisis exploratorio de los datos para detectar los datos atípicos. Los estadísticos descriptivos (medias, error estándar y el coeficiente de variación) se obtuvieron para cada variable respuesta. Se verificaron los supuestos de normalidad con el test de Shapiro Wilk y la homocedasticidad con el test Levene; los cuales se cumplieron satisfactoriamente. En este sentido, para determinar el efecto de la variedad de alfalfa sobre su composición nutricional y digestibilidad *in vivo* en cuyes se utilizó el análisis de varianza, bajo los siguientes modelos estadísticos: Para contenido nutricional de tres variedades de alfalfa se empleó el siguiente modelo lineal.

$$y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + \varepsilon_{ij}$$

y_{ijk} = Contenido nutricional de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.).

μ = La media general.

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento sobre la variable de respuesta (variedades de alfalfa).

E_j = Efecto del j-esima época (lluviosa – seca).

ε_{ij} = El error experimental.

Para digestibilidad y parámetros productivos se utilizó un diseño completamente al azar (DCA).

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

Donde:

y_{ij} = Digestibilidad *in vivo* de la materia seca en cuyes (*Cavia porcellus*) y parámetros productivos.

μ = Media general.

T_i = Efecto debido al i-esimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental asociado al J-esimo elemento del i-esimo tratamiento.

Para contenido nutricional y digestibilidad las comparaciones de medias se realizaron por el método de Tukey, a un nivel de 95% de confianza, para todos los análisis estadísticos se utilizó el software R 4.2.3.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Contenido nutricional de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L)

6.1.1. Materia seca (MS)

Los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de materia seca (MS) se muestran en la tabla 5, los cuales no tuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos, obteniendo un valor promedio de 23.93 ± 2.42 %. En este sentido, Macancela et al., (2019) reportaron el análisis bromatológico de la alfalfa en su trabajo de investigación el cual resulta ser un valor similar de 23%. Sin embargo, Arias et al., (2021) realizaron su trabajo de investigación sobre la comparación de forraje y calidad nutricional de variedades de alfalfa en la puna húmeda seca del Perú en la región Huancavelica, donde reportan valores inferiores para las variedades WL-350, W-440 y Brown 6 son significativamente más bajos de 21.85%, 18.63% y 21.02%, respectivamente, estos valores podrían deberse a las variedades que empleo en su investigación y el piso altitudinal. Asimismo, Jiménez et al., (2000) reportaron un análisis de contenido nutricional de la alfalfa donde obtuvieron un valor de 21.34%, este valor bajo se puede deber a la variedad y la metodología del análisis. De igual manera, Rodríguez, (2024) realiza un estudio sobre el rendimiento productivo y composición nutricional de cuatro variedades de alfalfa en la región Cajamarca, donde reporta un valor promedio de 19.29 % para cuatro variedades de alfalfa, este valor se puede deberse a la metodología del análisis químico. Por otro lado, Cubas (2021) realizó un estudio sobre la composición química de seis variedades de alfalfa en dos pisos altitudinales en la región Cajamarca. En este estudio, se reporta un promedio inferior de 19.28% de MS

para el primer piso ecológico, mientras que el segundo piso ecológico reporta un valor superior de 24.59%.

Las diferencias observadas en cuanto a MS podrían ser debido a la variedad de forraje empleada, la metodología analítica utilizada, el piso ecológico donde se llevó a cabo el estudio. Asimismo, los resultados, para época seca y lluviosa presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) donde la época seca obtiene un valor de $25.9 \pm 1.02\%$ en comparación con la época lluviosa el cual obtiene un $21.68 \pm 1.17\%$.

Tabla 6

Porcentaje de materia seca de tres variedades de alfalfa

FACTOR	N	MATERIA SECA %	± DS
Variedad		[0.152]	
Alfamaster 10	5	23.59	1.92
Moapa 69	5	23.71	3.26
Supersonic	5	24.48	2.36
Época		[0.000000127]	
Lluviosa	7	21.68b	1.17
Seca	8	25.9a	1.02
Total	15	23.93	2.42

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.1.2. Proteína cruda (PC)

En cuanto al contenido de Proteína cruda (PC), las variedades mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) como se muestra en la tabla 6. Las variedades

Supersonic y Moapa 69 se mostraron similares ($p>0,05$); pero ambas fueron superiores a Alfamaster 10 ($p<0,05$); mostrando valores de $22.13\pm 2.59\%$, $21.64\pm 1.93\%$ y $20.78\pm 2.38\%$ respectivamente. Se observa que los valores de PC obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por Feng et al., (2022) en su estudio sobre el rendimiento y la calidad nutricional de la alfalfa en China, donde reportan un $19.05\pm 2.87\%$ para PC. Asimismo, Jabessa et al., (2021) estudiaron el rendimiento y valores nutritivos de ocho variedades de alfalfa, encontrando valores similares a los de esta investigación, que oscilan entre 11.3% y 26.3% de PC. Además, Quintana et al., (2013) reportan 22.36% de PC para la variedad WL-625. Sin embargo, Escobar et al., (2023) mando a analizar alfalfa para la alimentación de cuyes donde reportan un valor inferior de 16.2% de PC. Por otro lado, Yolcu et al., (2008) realizo un estudio sobre el valor nutricional de 12 cultivares de alfalfa donde reportan un valor promedio de 32% de PC. La variabilidad en los valores de PC puede deberse a factores como el tipo de suelo, las condiciones climáticas (fríos y secos). La disponibilidad de nutrientes como el fosforo y potasio en el suelo es importante para el aumento del contenido de PC, según Feng et al., (2022). Finalmente, cuando se analizó el análisis en referencia a las épocas, existen diferencias significativas de ($p<0,05$) en cuanto al contenido de PC. La época lluviosa presentó un mayor contenido de PC ($23.73\pm 0.53\%$) en comparación de la época seca quien obtuvo un valor menor ($19.58\pm 0.64\%$).

Tabla 7*Porcentaje de proteína cruda de tres variedades de alfalfa*

FACTOR	N	PROTEÍNA CRUDA %	± DS
Variedad		[0.00407]	
Alfamaster 10	5	20.78b	2.38
Moapa 69	5	21.64a	1.93
Supersonic	5	22.13a	2.59
Época		[0.00000000642]	
Lluviosa	7	23.73a	0.53
Seca	8	19.58b	0.64
Total	15	21.52	2.22

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.1.3. Cenizas (CNZ)

Con referencia al contenido de ceniza (CNZ) no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, cuyo valor promedio es de $7.36 \pm 0.73\%$, tal como se muestra en la tabla 7. En este sentido Huamaní et al., (2016) reportan valores similares a la presente investigación, con un 8.10% para el contenido de CNZ. De manera similar Mengistu et al., (2022) también encontraron valores similares de 7.4% para CNZ.

Sin embargo, Jiménez et al., (2000) reportaron valores bajos de 4.99% de CNZ para la variedad Ranger, lo cual se podría deber a la variedad que empleó en su estudio. En contraste Gashaw et al., (2015) reportan valores que oscilan entre 9.07% a 10.47% los cuales son superiores a los valores encontrados en esta investigación. Además,

Cubas (2021) también reporta valores que se encuentran en un rango de 7.75 a 13% quien estudio la composición química de seis variedades de alfalfa en dos pisos altitudinales en el norte del Perú. La variación en los datos obtenidos, se podría deberse a factores como el piso ecológico, la metodología analítica empleada (WEENDE) que difiere significativamente a la metodología de la AOAC.

Para los resultados de ambas épocas no hubo diferencias significativas entre las tres variedades de alfalfa que fueron evaluadas.

Tabla 8

Porcentaje de cenizas de tres variedades de alfalfa

FACTOR	N	CENIZAS %	± DS
Variedad		[0.375]	
Alfamaster 10	5	7.48	1.2
Moapa 69	5	7.62	0.26
Supersonic	5	6.96	0.25
Época		[0.682]	
Lluviosa	7	7.21	0.41
Seca	8	7.48	0.94
Total	15	7.36	0.73

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.1.4. Extracto Etéreo (EE)

Los resultados obtenidos para el contenido de extracto etéreo (EE) donde no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, obteniendo un

valor promedio de $1.61 \pm 0.49\%$, como se observa en la tabla 8. De acuerdo con, Liu et al., (2024) en su estudio sobre la calidad del forraje de alfalfa en diferentes etapas de desarrollo, encontraron valores de EE similares a los de esta investigación: $1.92 \pm 0.08\%$ en botón floral, $1.56 \pm 0.06\%$ en floración temprana y $1.46 \pm 0.18\%$ en plena floración. Además, Oñate (2019) reportó valores intermedios que oscilan entre 1.47% a 2.35%, la diferencia se posiblemente por la fertilización fosfatada aplicada en el estudio. Sin embargo, Rodriguez (2024) reporta un valor promedio de 6.21% de cuatro variedades de alfalfa. Igualmente, Sosa et al., (2020) reportan valores significativamente más altos para otras leguminosas tropicales, como *Clitoria ternatea* (6.8%), *Macroptilium atropurpureum* (6.4%), *Stylosanthes guianensis* (8.1%) y para *Arachis pintoi* (9%). Estas diferencias pueden ser atribuidas a diversos factores como, el tipo de forraje empleada en el estudio, los días de corte.

Por otro lado, se observaron diferencias significativas en el contenido de (EE) entre ambas épocas. La época lluviosa presente un porcentaje bajo de EE ($1.14 \pm 0.19\%$), mientras que la época seca obtuvo un valor superior ($2.01 \pm 0.21\%$).

Tabla 9*Porcentaje de extracto etéreo*

FACTOR	N	EXTRACTO ETÉREO %	± DS
Variedad		[0.237]	
Alfamaster 10	5	1.55	0.62
Moapa 69	5	1.74	0.48
Supersonic	5	1.54	0.44
Época		[0.0000037]	
Lluviosa	7	1.14a	0.19
Seca	8	2.01b	0.21
Total	15	1.61	0.49

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.1.5. Fibra cruda (FC)

En cuanto al porcentaje de fibra cruda (FC) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$) obteniendo un valor promedio de $29.02 \pm 3.68\%$, como se muestra en la tabla 9. En este sentido, Rodríguez (2024) estudió el rendimiento productivo y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (Super Sonic, Andina 6, Alfa plus, Alfa master) en la región Cajamarca, donde encontró valores inferiores de 20.47%, 12.52%, 19.60% y 22.66% de FC, respectivamente. Del mismo modo, Cubas (2021) obtuvo valores más bajos de entre 10.41 a 19.29% de FC, en su estudio sobre la composición química de seis variedades de alfalfa (SW-10, W- 450, Hortus 401, W -350, SW-8210, Stamino 5) en dos pisos altitudinales de la región

Cajamarca. Igualmente, Marín (2019) reporta un valor promedio muy bajo de 6.02% de las 4 variedades de alfalfa (Cuf 101, Moapa, Beacon, California 55) en su trabajo de investigación. Asimismo, Oliva et al., (2015) también evaluaron el contenido nutricional de pastos nativos en la región Amazonas, donde las una de las leguminas evaluadas fue trébol blanco (*Trifolium repens*) el cual reportó 14.15% de FC. La variabilidad de los datos, se podrían deber a los diferentes pisos ecológicos, metodologías diferentes para la determinación de la composición de forraje (WEENDE), el tipo de leguminosa forrajera.

En cuanto a la época, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) para época lluviosa ($31.22 \pm 0.83\%$) y la época seca ($27.09 \pm 4.17\%$), con valores más altos en la época lluviosa.

Tabla 10

Porcentaje de fibra cruda de tres variedades de alfalfa

FACTOR	N	FIBRA CRUDA %	± DS
Variedad		[0.2212]	
Alfamaster 10	5	30.21	4.59
Moapa 69	5	26.98	3.43
Supersonic	5	29.86	2.62
Época		[0.0265]	
Lluviosa	7	31.22a	0.83
Seca	8	27.09b	4.17
Total	15	29.02	3.68

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.1.6. Fibra detergente neutra (FDN)

En relación a la fibra detergente neutra (FDN), se encontró diferencias significativas de ($p < 0.05$) como se observa en la tabla 10. Los valores para las variedades Alfamaster 10 y Supersonic se mostraron similares, pero ambas fueron superiores a Moapa 69 ($p < 0.05$); mostrando valores de $40.1 \pm 2.96\%$, $40.06 \pm 2.38\%$ y $36.9 \pm 3.94\%$ de FDN respectivamente.

Al comprar estos resultados con estudios previos, Feng et al., (2022) reportan valores similares a los de esta investigación $40.48 \pm 6.24\%$ para FDN. Sin embargo, Arias et al., (2021) reportan valores bajos de FDN con 27.78% para la variedad WL 350, 29.26% para Brown 6 y 30.26% para la variedad W 440. Por otro lado, Capacho et al., (2018) reportan valores superiores a los de esta investigación, con 49.50% para la variedad Moapa 69, 45.80% , 53.63% y 52.30% para las variedades SW-8718, SW-8210, Cuf-101 respectivamente. De igual forma, Carrillo et al., (2017) también registran un valor superior de 59.3% para la harina de alfalfa. Igualmente, Jabessa et al., (2021) reportan valores altos de FDN que oscilan entre 45.9% y 70.7% en su estudio sobre el rendimiento y valores nutritivos de ocho variedades de alfalfa. Las diferencias que se encuentran por diferentes autores para valores de FDN posiblemente sea por los tipos de suelo, la variedad empleada y las condiciones edafoclimáticas. Mencionar, que se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de FDN entre la época lluviosa ($41.99 \pm 1\%$) y la época seca ($36.42 \pm 2.13\%$), con valores más altos en la época lluviosa.

6.1.7. Fibra detergente acida (FDA)

Para los resultados de fibra detergente acida (FDA) se evidenció diferencias significativas de ($p < 0.05$) entre los tratamientos, así como se observa en la tabla 10. La variedad Supersonic presentó el porcentaje más alto de FDA con 33.75 ± 2.22 %, mientras que Moapa 69 obtuvo un valor bajo de 30.3 ± 3.6 %. Alfamaster 10 presentó valores similares a Supersonic y Moapa 69 (32.42 ± 2.83 %).

Al comparar estos resultados con estudios previos, Mostacero (2020) encontró un valor similar a lo obtenido en esta investigación de 30.15% para FDA, en su estudio sobre la adaptabilidad del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en un sistema silvopastoril en el distrito de San Ignacio, región Cajamarca, utilizando la variedad Monsefuana. De la misma manera, Liu et al., (2024) también reportan valores similares a los obtenidos por esta investigación para diferentes estadios de alfalfa: botón floral (30.94 ± 1.88 %), floración temprana (32.74 ± 2.14 %) y plena floración (32.78 ± 1.80 %). Sin embargo, Arias et al., (2021) obtuvieron valores inferiores quien estudio sobre la calidad nutricional de tres variedades de alfalfa (WL 350, W 440, Brown 6) bajo las condiciones edafoclimáticas de la región Junín, registrando valores de 18.19%, 18.44% y 19.65% para FDA, respectivamente. Yolcu et al., (2008) reportan valores intermedios que varían entre 25.79% para la variedad Bilensoy a 42.76% para la variedad CW-3567. Los valores diferentes encontrados por distintos autores se podrían deber a la zona de estudio (puna húmeda y seca), las diferentes variedades que se emplearon en el estudio y el tipo de suelo. Por otro lado, se encontraron diferencias significativas entre ambas épocas, la época lluviosa obtiene 34.84 ± 1.13 % de FDA, cuyo valor es alto si se compara con la época seca quien obtiene 29.8 ± 2.11 %.

Tabla 11*Porcentaje de fibra detergente neutra y ácida*

FACTOR	N	FDN (%)	± DS	FDA (%)	± DS
Variedad		[0.000506]		[0.00746]	
Alfamaster 10	5	40.1a	2.96	32.42ab	2.83
Moapa 69	5	36.9b	3.94	30.3b	3.6
Supersonic	5	40.06a	2.38	33.75a	2.22
Época		[0.000000585]		[0.0000409]	
Lluviosa	7	41.99a	1	34.84a	1.13
Seca	8	36.42b	2.13	29.8b	2.11
Total	15	39.02	3.31	32.16	3.09

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

6.2. Digestibilidad de la materia seca (DMS) de tres variedades de alfalfa

La digestibilidad de la materia seca (MS) de las tres variedades de alfalfa no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos, como se observa en la tabla 6. Los resultados para el coeficiente de digestibilidad para MS para las tres variedades de alfalfa, obtuvo un valor promedio de $72.11 \pm 1.4\%$. En este sentido, Vargas (2023) encontró valores inferiores para DMS de 61.35% para la harina de alfalfa. Por otro lado, Salas (2024) también realizó una investigación sobre la influencia del estado fenológico de la alfalfa sobre el consumo y digestibilidad de nutrientes en cuyes machos a diferentes edades (30, 60 y mayores a 90 días), donde reporta valores bajos. Sus resultados para cuyes destetados (30 días), crecimiento (60 días) y adultos (>90 días), fue de 66.84%, 67.23% y 54.99%, respectivamente. Además, la DMS de la alfalfa

cosechada a los 30 y 45 días fue de (69.93 %, 68.88 %), mientras que a los 60 días la DMS fue de 62.75%. Estos resultados sugieren que la digestibilidad se ve afectada por el estado fenológico de la alfalfa, pero en cuanto a la edad de los cuyes, la DMS fue similar en las tres edades. Sin embargo, Castro (2023) reportó valores altos para la DMS de alfalfa en función a la edad de los cuyes, obteniendo valores de 79.40%, 77.11%, 78.57% a los 60, 90 y 120 (edad de cuyes), respectivamente. De manera similar, Aucahuaqui (2022) obtuvo una DMS superior a la presente investigación de $88.30 \pm 1.57\%$ para alfalfa. Es probable que los valores diferentes obtenidos por los distintos autores se deban al estado fenológico de la alfalfa, la edad de los cuyes y los días de evaluación para determinar la DMS.

En otro estudio, Sotelo et al., (2016) registró valores más bajos para DMS en cinco leguminosas forrajeras tropicales: *Acharis pintoii* (51.96%), *Stylozanthus guianensis* (37.91%), *Erythrina poeppigiana* (24.09%), *Centrocema macrocarpum* (32.27%) y *Pueraria phaseoloides* (35.36%). De igual forma, Cuibin et al., (2020) reportaron valores menores de 42.90% para la DMS de harina de Kuzdu (*Pueraria phaseoloides*) en la alimentación de cuyes. Estas diferencias podrían deberse a las diferentes leguminosas, la edad del forraje, la cantidad de animales utilizados en la investigación.

Tabla 12

Digestibilidad de la materia seca de tres variedades de alfalfa (Medicago sativa L.)

Tratamiento	n	Digestibilidad MS (%)
T1: Alfamaster 10	5	70.69±2.25
T2: Moapa 69	5	70.41±2.13
T3: Supersonic	5	75.22±2.69
Total	15	72.11±1.4

Nota: Se observa que no existe diferencias significativas de ($p>0.05$) entre los tratamientos.

6.3. Parámetros productivos en cuyes alimentados con tres variedades de alfalfa

6.3.1. Consumo de materia seca (CMS)

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$) para CMS, donde se obtiene un valor promedio de 86.52 ± 2.6 g/día (ver tabla 12). Estos resultados, son superiores a los estudios realizados por Castro (2023) quien obtuvo 80.46g/día en cuyes con una edad de 60 días. Asimismo, Salas (2024) reporta un valor inferior de CMS, donde realizó un estudio sobre la influencia el estado fenológico de la alfalfa sobre el consumo y digestibilidad de nutrientes en diferentes edades en cuyes, quien reportó un CMS de 74.21 ± 12.42 g/día en cuyes adultos de 90 días de edad. Además, la alfalfa que se cosechó a los 30 y 45 días obtuvo 66.84 ± 14.48 g/día y 67.23 ± 15.06 g de CMS. Por otro lado, Jiménez et al., (2000) reportaron un valor promedio de 55.3 g/día en cuyes alimentados con alfalfa variedad Ranger. Igualmente, Jave (2014) también reporta valores bajos de 53.39 g/día para CMS

a base de alfalfa fresca. Mamani et al., (2008) también reportaron valores bajos de 53.9 g/día para CMS de alfalfa. Estos resultados se podrían deber al tiempo en que se llevó a cabo el estudio, la variedad de alfalfa, la edad de los animales evaluados con el que se trabajó en dicha investigación.

6.3.2. Ganancia media diaria (GMD)

De acuerdo a la investigación se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, donde la variedad Alfamaster 10 y Supersonic muestran mejores resultados, con una ganancia media diaria de 33.2 ± 1.66 g/día y 29.52 ± 2.08 g/día, seguida por la variedad Moapa 69 quien solo obtuvo 22 ± 2.08 g/día. Estos resultados se muestran en la tabla 12, son superiores a los reportados por Huaman et al., (2021) los cuales reportan valores de 12.39 g/día para GMD con una alimentación a base de alfalfa. Asimismo, Jave (2014) reporta valores bajos de 11.53 g/día para la GMD en cuyes de raza Perú de 30 días de edad. También, Vásquez (2021) reporta valores bajos de 11.17 g/día en cuyes alimentados con alfalfa. Igualmente, Mamani et al., (2008) en un estudio reportaron valores bajos de 10.4 g/día. Estas diferencias se pueden deber a la edad del animal, la variedad de forraje, las condiciones ambientales del lugar de estudio.

6.3.3. Conversión alimentación (CA)

De acuerdo a los resultados obtenidos tal y como se observa en la tabla 12, existe diferencias significativas de ($p < 0.05$) entre tratamientos, donde la variedad Alfamaster 10 y Supersonic poseen valores similares de CA (5.5 ± 0.41 , 6.19 ± 0.18) respectivamente. La única diferencia significativa se encontró entre la variedad Alfamaster 10 y Moapa 69 (5.5 ± 0.41 , 7.33 ± 0.55). La variedad Alfamaster 10 y Supersonic obtuvieron una menor CA

ya que se necesita menos kilos para ganar el mismo kilogramo de peso vivo. Esta diferencia podría estar relacionada con el crecimiento más rápido de los animales. En el estudio realizado por Quintana et al., (2013) reportaron valores de 5.7 para la CA de alfalfa. Del mismo modo Tarrillo et al., (2020) reportaron valores de 5.28 ± 0.41 con una alimentación a base de alfalfa fresca, con una etapa experimental de 5 semanas. Sin embargo, Huamaní et al., (2016) reportaron una conversión alimenticia inferior de 4.7 quien trabajo en tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Asimismo, Escobar et al., (2023), en su investigación reportó una CA inferior de 4.36 utilizando forraje verde fresco. En contraste, Aguilar & Ramírez (2022) encontraron una CA de 7.14 con una alimentación a base de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en cuyes machos. Las diferencias que se observan se pueden deber a la edad de los animales, el sexo, la variedad de forraje y las condiciones ambientales donde se llevó a cabo el estudio.

Tabla 13*Parámetros productivos en cuyes alimentados con tres variedades de alfalfa*

Tratamiento	n	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Consumo MS (g/día)	Ganancia media diaria (g/día)	CA
Significancia		ns	ns	ns	*	*
Alfamaster 10	5	843±45.9	1009±43.8	90.13±3.9	33.2±1.66 ^a	5.5±0.41 ^b
Moapa 69	5	777.4±23.8 9	887.4±22.0 9	78.77±3.8 7	22±2.08 ^b	7.33±0.55 a
Supersonic	5	817.4± 39.94	965± 49.72	90.68±4.2 3	29.52±2.08 ^a	6.19±0.18 ab
Total	15	812.6±21.4 2	953.8±25.4	86.52±2.6	28.24±1.62	6.34±0.3

Nota: Letras distintas de la misma columna indican diferencias significativas al 95% de la prueba Tukey.

VII. CONCLUSIONES

- El contenido nutricional de tres variedades de alfalfa no mostró diferencias significativas con valores promedios para MS, CNZ, EE, FC ($23.93\pm 2.42\%$), ($7.36\pm 0.73\%$), ($1.61\pm 0.49\%$), ($29.02\pm 3.68\%$) respectivamente. Sin embargo, para PC, FDN, FDA las tres variedades mostraron diferencias significativas, siendo Alfamaster 10 y Supersonic las variedades que muestran una mejor calidad nutricional.
- La digestibilidad *in vivo* de la materia seca fue similar entre las tres variedades de alfalfa. Estos resultados sugieren que las tres variedades de alfalfa presentan un nivel similar de aprovechamiento por parte de los cuyes, bajo condiciones de la región Apurímac. Asimismo, en cuanto, a los parámetros productivos de cuyes alimentados con tres variedades de alfalfa, la variedad Alfamaster 10 y Supersonic obtuvieron una mejor ganancia media diaria y mejor conversión alimenticia durante la investigación.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el contenido nutricional de las tres variedades de alfalfa en diferentes épocas del año (primavera, verano, otoño e invierno).
2. Se recomienda seguir con la investigación sobre el contenido nutricional de las diferentes variedades de alfalfa y en diferentes pisos ecológicos al nivel de la región Apurímac.
3. Se recomienda seguir con la investigación sobre la digestibilidad *in vivo* en alfalfa con un mayor número de unidades experimentales.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- AgroBesser. (2020). *Alfalfa Moapa 69, AGP*. <https://agrobesser.com/semillas/alfalfa-moapa-69-25kg-semillas-de-alfalfa-siembra-en-climas-frios-agp-626.html>
- Aguilar, V. J. V., & Ramírez, G. A. (2022). Efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 1(2), 1-8. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.18>
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International*. AOAC International.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (Issue July)*. July.
- Argote, G., & Andia, W. (2006). Guía práctica pastos cultivados Instalación, producción y manejo. *Estacion experimental illpa. INIA. Boletín N° 01. Puno. Peru*. <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/guia%20practica%20pastos%20cultivados.pdf>
- Arias, A. A., Cruz, L. J., Pantoja, A. C., Lopez, R. M., Bermúdez, A. W., & Morales, S. E. (2021). Comparative study of forage production and nutritional quality of crop varieties of alfalfa (*Medicago sativa*), in Peru's humid and dry puna. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 11(2), 7-12. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2021.11.02.7>

- Aucahuaqui, C. J. A. (2022). *Consumo voluntario y digestibilidad del kikuyo (Pennisetum Clandestinum) en cuyes (cavia porcellus) machos mejorados tipo I en la granja Kayra San Jerónimo – Cusco*. UNSAAC.
- Avci, M. A., Ozkose, A., & Tamkoc Ahmet. (2013). Determination of Yield and Quality Characteristics of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties Grown in Different Locations. *of animal and veterinary advances*, 12(4), 487-490. <https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2013.487.490>
- Basigalup, D. H. (2022). *Investigación, producción e industrialización de la alfalfa en Argentina* (INTA).
- Beltrán, M. V. (2011). *Manipulación de la senescencia de alfalfa (Medicago sativa L.) por ingeniería genética*. Universidad de Buenos Aires.
- Bondi, A. A. (1989). *Nutrición Animal* (1.^a ed.). Acribia S.A.
- Cañas, C. R. (1998). *Alimentación y nutrición animal* (2.^a ed.). <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/53614>
- Capacho, M. A. E., Flórez, D. D. F., & Hoyos, P. J. F. (2018). Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 61-67. <https://doi.org/10.19053/01228420.V15.N1.2018.7757>
- Cardona, I. J. L., Portillo, L. P. A., Carlosama, O. L. D., Vargas, J. de J., Avellaneda, A. Y., Burgos, P. W. O., & Patiño, B. R. E. (2020). Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy. En *Importancia de la alimentación en el sistema*

- productivo del cuy* (Agrosavia). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403329>
- Carrillo, A. C., Lizarazo, C. C. S., & Porras, V. J. L. (2017). Efecto de la Suplementación con *Medicago sativa* (Alfalfa) sobre Algunos Parámetros de la Leche Bovina. En *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* (Vol. 28, Número 4, pp. 852-860). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13870>
- Castro, I. P. S. (2023). *Variación de la digestibilidad de la alfalfa en función a la edad de los cuyes*. Unsaac.
- Ccama, M. A. (2019). *Determinación de nutrientes digestibles y energía de ensilado del contenido ruminal del ganado vacuno en cuyes (Cavia porcellus L.) en la granja k'ayra - UNSAAC* [Tesis de pregrado]. Unsaac.
- Chauca, F. L., & Muscari, G. J. (2018). *Curso Virtual: Producción de Cuyes*.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)* (Vol. 138). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VxLVzsZ5HWcC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Produccion+de+Cuyes+\(Cavia+Porcellus\)+-+P%C3%A1gina+37&ots=XPdf0nG5Hg&sig=IDH-I8zfMRW9GvLK4SqVbmdxFXA](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VxLVzsZ5HWcC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Produccion+de+Cuyes+(Cavia+Porcellus)+-+P%C3%A1gina+37&ots=XPdf0nG5Hg&sig=IDH-I8zfMRW9GvLK4SqVbmdxFXA)
- Chisag, C. L. M. (2016). *Comportamiento productivo y rendimiento a la canal en conejos alimentados con forrajes arbóreos* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/23815>

- Church, D. C., Pond, W. G., & Pond, K. R. (2002). *Fundamentos de la Nutrición y Alimentación de Animales* (Balderas 95 & D. F. Mexico, Eds.; 2ed ed.). Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega .
- Clavijo, V. E., & Camilo, C. C. P. (2011). *Producción y calidad nutricional de la alfalfa (Medicago sativa) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos* [Universidad de La Salle, Bogotá]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>
- Contreras, J., Cordero, A., Curasma, J., Thimothée, J., & Del Solar, J. (2019). Influencia ambiental sobre el valor nutritivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en los andes peruanos. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 9(1), 7-14. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2019.09.01.07-14>
- Cozzolino, D. (1994). Guia para la interpretacion de resultados de analisis de laboratorio. En *Produccion animal* (INIA).
- Cubas, L. M. B. (2021). *Evaluación de la composición química y comportamiento productivo de seis variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) en dos pisos altitudinales en la provincia de santa cruz - Cajamarca.*
- Cuibin, R., Otto Zea, M., Gloria Palacios, P., Edgar Norabuena, M., Lizbeth Collazos, P., & Alejandrina Sotelo, M. (2020). Determination of digestibility and digestible energy of kudzu (Pueraria phaseoloides) meal in the guinea pig (Cavia porcellus). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 31(4). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I4.19020>

- Delgado, F. D. F. (2015). La alfalfa (*Medicago sativa*): origen, manejo y producción. *Conexión Agropecuaria JDC*, 5(1), 27-43.
<https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/520>
- Dellmann, H. D. (1993). *Histología veterinaria* (Vol. 2). Acribia.
- Enriquez, E. E., & Huamán, V. G. (2022). *Valor nutritivo y cinética de la degradación ruminal del heno de alfalfa, residuos agrícolas, maíz chala con y sin levadura de pan (*Saccharomyces cerevisiae*)*.
- Escobar, R. F., Espinoza, O. T., Hinojosa, B. R. A., & De la Cruz, M. R. N. (2023). Sustitución parcial y total de alfalfa fresca por heno en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde: una alternativa para la época de estiaje. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 2311-2581, 16-29.
- Feedipedia. (2020). Sistema de informacion de recursos de alimentacion Alfalfa (*Medicago sativa*). *Sistema de información sobre recursos de alimentación animal*.
<https://www.feedipedia.org/node/275>
- Feng, Y., Shi, Y., Zhao, M., Shen, H., Xu, L., Luo, Y., Liu, Y., Xing, A., Kang, J., Jing, H., & Fang, J. (2022). Yield and quality properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and their influencing factors in China. *European Journal of Agronomy*, 141.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126637>
- FOSS Analytical. (2018). *El análisis de la fibra en el pienso animal Fibra cruda, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA)-los estándares y las opciones de automatización* (pp. 6-32).

- Gaceta Molinera. (2023, septiembre 9). *La Molina - Gaceta Molinera*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Produccion de cuyes. <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/edicion2016/notas/nota283.htm>
- Gashaw, M., Mengistu, A., & Gelti, D. (2015). Biomass yield dynamics and nutritional quality of alfalfa (*Medicago sativa*) cultivars at Debre Zeit, Ethiopia. *E3 Journal of Agricultural Research and Development*, 5(2), 120-0127. <http://www.e3journals.org>
- Grant, K. (2014). Rodent nutrition: digestive comparisons of 4 common rodent species. *The veterinary clinics of North America. Exotic animal practice*, 17(3), 471-483. <https://doi.org/10.1016/J.CVEX.2014.05.007>
- Huaman, D., Huayhua, J. B., Acosta, E. J., & Palomino-Guerrera, W. (2021). Productive performance in male guinea pigs (*Cavia porcellus*) of Perubreed under three feeding systems reared in the conditions of the inter-Andean valleys of Peru. *Agroindustrial Science*, 11(2), 179-183. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.07>
- Huamani, C. C. S. (2023). *Estudio morfométrico del ciego del cuy (Cavia porcellus) a diferentes edades*. Universidad Nacional de San Antonio Abab del cusco.
- Huamaní, N. G., Zea, M. O., Gutiérrez, R. G., & Vílchez, P. C. (2016). Effect of three feeding systems on productive performance and on carcass fatty acid profile in Guinea pigs. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 27(3), 486-494. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- Imam, Hambolu, Onyeanusi, Ayo, & Sulaiman, M. H. (2021). Morphological and Morphometric Studies of the Gas-tro-intestinal Tract of the Guinea Pig (*Cavia porcellus*-Linnaeus, 1758). *J. Vet. Anat*, 14(1), 1-12.

- ITIS. (2023). *Medicago sativa L.* Sistema integrado de información taxonómica (ITIS).
<https://www.gbif.org/species/102290090>
- Jabessa, T., Bekele, K., & Amare, Z. (2021). Evaluation of Alfalfa (*Medicago Sativa*) Cultivars for Their Agronomic Performances and Nutritive Values in Highland and Midland of Guji Zone of Oromia. *Food Science and Quality Management*, 106.
<https://doi.org/10.7176/fsqm/106-03>
- Jahn, B. E. (2000). *Alfalfa en la Zona Centro Sur de Chile* (Soto. O Patricio, Ed.; Rodriguez, A Hugo). Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Jahn, B. E. (2001). Henificación de alfalfa. En B. P. Cofre (Ed.), *Henificacion de alfalfa* (Rodriguez, A. Hugo, pp. 1-134). INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Jara, M., Valencia, R., Chauca, L., & Torres, L. (2019). Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 6(2), 100. <https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3464>
- Jave, T. Z. P. (2014). *Efecto del contenido fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras en comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en Cajarmaca.* UNC.
- Jimenez, R., Bojorquez, R. C., San Martín, F. H., Carcelén, F. C., & Pérez, A. S. (2000). Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes alimentados con alfalfa vs una suplementación con afrechillo. *Rev Inv Vet Perú*, 11(1), 45-51.

- Jonker, A., & Yu, P. (2016). The Role of Proanthocyanidins Complex in Structure and Nutrition Interaction in Alfalfa Forage. *International journal of molecular sciences*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/IJMS17050793>
- Kohles, M. (2014). Gastrointestinal Anatomy and Physiology of Select Exotic Companion Mammals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 17(2), 165-168. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.01.010>
- Komarek, A. R., Manson, H., & Thiex, N. (1996). Crude Fiber Determinations Using the ANKOM System. En *ANKOM Technology Corporation, Publication* (Vol. 102).
- Lagos, B. E., Velasco, B. A., & Apraez, J. E. (2006). Digestibilidad de forrajes en cuyes *Cavia porcellus* mediante la técnica in situ. *Revista de Ciencias Agrícolas*, ISSN-e 2256-2273, ISSN 0120-0135, Vol. 23, N°. 1-2, 2006 (Ejemplar dedicado a: *Revista de Ciencias Agrícolas - Primer y segundo semestre, Enero - Diciembre 2006*), págs. 136-145, 23(1), 136-145. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6191620&info=resumen&idioma=ENG>
- Lammers, P. J., Carlson, S. L., Zdorkowski, G. A., & Honeyman, M. S. (2009). Reducing food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24(2), 155-162. <https://doi.org/10.1017/S1742170509002543>
- Liu, Y., Wang, Z., Sun, L., Bao, J., Si, Q., Liu, M., Sun, P., Ge, G., Jia, Y., & Liu, T. (2024). Analysis of forage quality, volatile organic compounds and metabolic pathways in alfalfa (*Medicago sativa* L.) at different stages based on electronic nose and GC-MS.

Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 11(1).

<https://doi.org/10.1186/s40538-024-00541-9>

Lloveras, J. (1999). El cultivo de la alfalfa y su relación con el medio ambiente. *Pastos*, 29(2), 145-167. <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1265>

Lloveras, J., Delgado, I., & Chocarro, C. (2020). *La alfalfa: agronomía y utilización*. Edicions de la Universitat de Lleida. <http://digital.casalini.it/9788491442349> - Casalini id: 4704301

Lloyd, L. E., McDonald, B. E. (Bruce E., & Crampton, E. W. (Earle W. (1982). *Fundamentos de nutrición* (2 Edicion). ACRIBIA.

López, F. A., Vargas, P. T., Yáñez, S. J., & Haro, M. C. (2021). Caracterización nutricional de *Medicago sativa* (Alfalfa) para alimentación de rumiantes. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1, 1312-1321. <https://doi.org/10.18502/ESPOCH.V1I15.9570>

Macancela, U. W. G., Soca, P. M., & Sanchez, S. T. (2019). Indicadores productivos en *Cavia porcellus*, alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro ecuatoriano. *Pastos y forrajes*, 42, 262-267.

Mamani, M., Aranibar, H. K., Quinto, A., & Aranibar, M. (2008). A pesar de que los cuyes (*Cavia porcellus*) comen de todo ellos saben lo que comen. *Revi. Investig. (Esc. Post Grado, En línea)*, 4, 199-205.

Manríquez, H. J. A. (1994). La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos—su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. En C. E. Castro

(Ed.), *Control de Calidad de Insumos y Dietas Acuicolas.*

<https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>

Marin, S. E. M. (2019). *Rendimiento y composicion quimica de cuatro variedades de alfalfa (Medicago sativa) en Cajamarca.* UNC.

McDonald, P., Edwards, Greenhalgh, & Morgan. (1999). *Nutrición Animal* (5.^a ed.). Acribia S.A.

Mengistu, G., Aleme, M., Bogale, A., Tulu, D., Faji, M., Terefe, G., & Mohammed, K. (2022). Dry matter yield and nutritive quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars grown in sub-humid areas in Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2022.2154854>

Meza, B. G. A., Cabrera, V. R. P., Jéssica, J. M. M., Fabricio, F. M. B., César, A. C. V., Meza, B. C. J., Meza, B. J. S., Cabanilla, C. M. G., López Mejía, F. X., Pincay, J. J. L., Bohórquez, B. T., & Ortiz, D. J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*, 32(3), 75-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>

MIDAGRI. (2019, octubre 11). *Mas de 800 mil pequeños productores se dedican a la crianza de cuyes en el país.* Plataforma digital única del Estado Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/52396-mas-de-800-mil-pequenos-productores-se-dedican-a-la-crianza-de-cuyes-en-el-pais>

MIDAGRI. (2023). *Cadena productiva del cuy.*

- Ministerio del ambiente. (2019). *Ministerio del Ambiente Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales Dirección General de Diversidad Biológica*. <http://tropicos.org>
- Mostacero, Z. J. H. (2020). Adaptabilidad del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en un sistema silvopastoril para mejorar el cuidado del medioambiente en el Distrito de San Ignacio, Región Cajamarca, 2018. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), 60. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.594>
- Mueller, S. C. (1992). Factores de producción que afectan la calidad del heno de alfalfa. *22nd California Alfalfa Symposium*, 85-89.
- Muñoz, F., Andueza, D., & Delgado, E. I. (2005). Variación a lo largo del día del valor nutritivo de la alfalfa cultivada en el valle medio del Ebro. *Producciones agropecuarias: Gestión eficiente y conservación del medio natural*, 2, 535-540.
- Nagarajan, P., Gudde, R., & Srinivasan, R. (2021). Essentials of Laboratory Animal Science: Principles and Practices. En *Essentials of Laboratory Animal Science: Principles and Practices*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0987-9>
- Oliva, M., Rojas, D., Morales, A., Oliva, C., & A. Oliva, M. (2015). Nutritional content, digestibility and performance of native grasses biomass that dominate livestock Molinopampa, Pomacochas and Leymebamba basins, Amazonas, Peru. *Scientia agropecuaria*, 211-215. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.07>
- Oñate, V. V. W. (2019). *Fenología, composición química y manejo de las variedades de alfalfa en el cantón Riobamba*.

- Quintana, E. M., Jiménez, R. A., Carcelén, F. C., San Martín, F. H., & Ara, M. G. (2013). Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de c. *Rev. Inv Vet Peru*, 425-432.
- Ramirez, C. D. M., & Arrubla, V. J. P. (2016). *Implementación de un método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado en alimentos para animales en CIPA S.A.*
- Ramos, U. C. M., Perez, A. S., Guerrero, M. S., & Palacios, M. A. (2021). Biofertilización y nanotecnología en la alfalfa (*Medicago sativa* L.) como alternativas para un cultivo sustentable. *Cultivos tropicales*, 42(2). <http://scielo.sld.cu/scielo.php?>
- Rodriguez, C. E. R. (2024). *Rendimiento productivo y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (Medicago sativa) en la viña – magdalena – Cajamarca*. UNC.
- Rodríguez, N. E., Eroles, S. F., Basigalup, D. H., & Köpp, M. M. (2022). Origen, difusión, morfología y fenología. En *origen, difusión, morfología y fenología* (pp. 17-39).
- Salas, R. E. (2024). *Influencia del estado fenológico de la alfalfa sobre el consumo y digestibilidad de nutrientes en cuyes machos a diferentes edades (30, 60 y mayores a 90 días)*. Unsaac.
- Sangra, A., Shahin, L., & Dhir, S. K. (2019). Long-Term Maintainable Somatic Embryogenesis System in Alfalfa (*Medicago sativa*) Using Leaf Explants: Embryogenic Sustainability Approach. *Plants 2019*, Vol. 8, Page 278, 8(8), 278. <https://doi.org/10.3390/PLANTS8080278>
- Senamhi. (2020). *SENAMHI - Pronostico Detalle*.

- Solarte, D. A., Ruiz-Matute, A. I., Chito-Trujillo, D. M., Rada-Mendoza, M., & Sanz, M. L. (2021). Microwave Assisted Extraction of Bioactive Carbohydrates from Different Morphological Parts of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Foods* 2021, Vol. 10, Page 346, 10(2), 346. <https://doi.org/10.3390/FOODS10020346>
- Solórzano, A. J. D., & Sarria, B. J. A. (2014). *Crianza, producción y comercialización de Cuyes - Solorzano Altamirano, Juan Diego - Google Libros* (Editorial Macro). <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DYIvDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=solorzano+y+sarria+produccion+de+cuyes&ots=ftPiWOvedo&sig=1RsJ1AfAZBk8b63yUoRX8wzD99Q#v=onepage&q=solorzano%20y%20sarria%20produccion%20de%20cuyes&f=false>
- Soplin, C. D. (2021). Características agronómicas y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo diferentes densidades de siembra [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM)]. En *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2353>
- Sosa, M. E., Alejos, de la F. J. I., Pro, M. A., González, C. F., Enríquez, Q. J. F., & Torres, C. M. G. (2020). Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(SPE24), 211-220. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V0I24.2371>
- Sotelo M, A., Contreras M, C., Norabuena M, E., Castañeda S, R., van Heurck, M., & Bullón C, L. (2016). Digestibilidad y energía digestible de cinco leguminosas forrajeras tropicales. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(3), 306-314.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Tarrillo, E. B. P., Mirez, P. K. F., & Bernal, M. W. (2020). Uso de alimento peletizado en crecimiento –engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en Chota. *Revista Nor@ndina*, 1(2), 94-103. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v1n2p94>

TECNAL. (2024). *Tecnal - Equipos y análisis realizados en un laboratorio de nutrición animal*.

https://tecnal.com.br/es/blog/196_equipos_y_analisis_realizados_en_un_laboratorio_de_nutricion_animal

Tecnología Química Comercio S. A. (2024). *HEMATEC® FICHA TÉCNICA*.

Torres, V. M. A. (2013). *Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua* [Universidad Central de Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1018>

Urbano, D., & Dávila, C. (2003). Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(1), 97-107.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Usca, M. J. E., Florez, M. L. G., Tello, F. L. A., & Navarro, O. M. N. (2022). *Manejo general en la cría del cuy*.

- Vargas, H. M. L. (2023). *Digestibilidad de la harina de alfalfa (Medicago sativa L.) y afrecho de cebada (Hordeum vulgare) en cuyes (Cavia porcellus L.)*. Unsaac.
- Vásquez, H. W. M. (2021). *Evaluación de tres ensilados de alfalfa (Medicago sativa) considerando la performance de cuyes (Cavia porcellus) en recría puquina, Provincia de general Sanchez cerro, Departamento de Moquegua, 2017*.
- Vogel, K. P., Pedersen, J. F., Masterson, S. D., & Toy, J. J. (1999). Evaluation Of A Filter Bag System For NDF, ADF, And Notes: Evaluation Of A Filter Bag System For NDF, ADF, And IVDMD Forage Analysis IVDMD Forage Analysis. *Crop Science*, 39, 276-279.
- Yolcu, H., Üniversitesi, G., Dascı, M., & Tan, M. (2008). *Nutrient Value of Some Lucerne Cultivars Based on Chemical Composition for Livestock*.
<https://www.researchgate.net/publication/265377081>
- Zhang, J., Mao, Y., Wang, G., Luo, D., Cao, Q., Siddique, K. H. M., Mirzaei, M., Saunders, M., Aghamir, F., Radicetti, E., Xiang, Y., Zhang, Q., Li, Y., & Shen, Y. (2024). Enhancing lucerne (*Medicago sativa*) yield and nutritional quality: a meta-analysis of fertilization types and environmental factors in China. *Frontiers in Plant Science*, 15.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1405180>

a. Base de datos

Tabla 14. Base de datos de contenido nutricional de alfalfa

TRAT	EPOCA	NOMBRE	MS	CNZ	EE	PC	FC	FDN	FDA
Moapa 69	Lluviosa	Alfalfa 1	20.17	7.71	1.17	24.36	30.96	41.34	33.69
Alfamaster	Lluviosa	Alfalfa 2	21.54	7.49	0.88	23.66	32.09	43.94	33.68
Supersonic	Lluviosa	Alfalfa 3	22.70	6.90	1.18	24.04	31.86	41.72	34.46
Alfamaster	Lluviosa	Alfalfa 4	21.64	7.17	0.89	23.07	30.85	42.52	36.37
Supersonic	Lluviosa	Alfalfa 5	22.68	6.65	1.28	24.17	32.13	41.64	34.92
Moapa 69	Lluviosa	Alfalfa 7	20.13	7.64	1.38	22.98	29.92	40.83	34.43
Supersonic	Lluviosa	Alfalfa 8	22.90	6.95	1.22	23.84	30.75	41.92	36.37
Alfamaster	Seca	Alfalfa 9	24.43	6.63	2.24	18.87	25.43	37.55	29.76
Moapa 69	Seca	Alfalfa 10	26.32	8.01	1.84	20.26	25.80	35.36	28.98
Supersonic	Seca	Alfalfa 11	27.11	7.34	1.87	19.38	25.83	36.85	30.83
Moapa 69	Seca	Alfalfa 12	25.64	7.42	1.90	19.98	22.59	32.75	26.15
Moapa 69	Seca	Alfalfa 13	26.28	7.34	2.39	20.61	25.64	34.20	28.24
Supersonic	Seca	Alfalfa 14	27.02	6.98	2.13	19.22	28.74	38.17	32.18
Alfamaster	Seca	Alfalfa 15	24.51	6.60	1.90	18.89	26.10	37.55	29.64
Alfamaster	Seca	Alfalfa 16	25.86	9.52	1.82	19.43	36.57	38.94	32.65

TRAT: Tratamientos, MS: Materia seca, CNZ: Cenizas, EE: Extracto etéreo, PC: Proteína cruda, FC: Fibra cruda, FDN:

Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente acida.

Tabla 15. Base de datos digestibilidad y parámetros productivos

JL	ID_CUY	TRAT	P_INIC	PFIN_CUY	MS_OF	MS_RES	MS_HEC	CONS_MS	GAN_P	TC_CUY	CA	DIG_MS
1	953	MOAPA	790	850	1179.75	411.0075	187.505	768.7425	60	12	12.812375	75.6088749
2	923	ALFAMASTER	910	1060	1265.55	414.342	189.219	851.208	150	30	5.67472	77.7705123
3	000	SUPERSONIC	945	1125	1335.4	306.476	202.969	1028.924	180	36	5.71624444	80.2736929
4	926	ALFAMASTER	980	1155	1265.55	252.6405	267.721	1012.9095	175	35	5.78805429	73.5690806
5	000	SUPERSONIC	862	1025	1335.4	372.862	182.061	962.538	163	32.6	5.9051411	81.0853372
7	982	MOAPA	812	885	1179.75	415.42	195.697	764.33	73	14.6	10.470274	74.3962916
8	957	SUPERSONIC	785	925	1335.4	421.798	218.935	913.602	140	28	6.52572857	76.0361159
9	1044	ALFAMASTER	775	945	1491.05	637.9935	281.638	853.0565	170	34	5.01797941	66.9848185
10	108	MOAPA	715	815	1512.225	835.8215	200.078	676.4035	100	20	6.764035	70.4203584
11	1082	SUPERSONIC	785	910	1555.95	722.151	232.482	833.799	125	25	6.670392	72.1177065
12	1079	MOAPA	730	880	1512.225	697.252	292.71	814.973	150	30	5.43315333	64.0834984
13	1086	MOAPA	840	950	1512.225	598.4355	296.445	913.7895	110	22	8.30717727	67.5587615
14	1063	SUPERSONIC	710	840	1555.95	760.665	265.779	795.285	130	26	6.11757692	66.5806998
15	1091	ALFAMASTER	825	970	1491.05	515.7345	294.546	975.3155	145	29	6.72631379	69.7999242
16	1109	ALFAMASTER	725	915	1474.55	660.8085	282.098	813.7415	190	38	4.28285	65.333214

JL: Jaula, ID_CUY: identificación del cuy, TRAT: Tratamiento, P_INIC: Peso inicial, PFIN_CUY: Peso final, MS_OF: Materia seca ofrecida, MS_RES: Materia seca restante, MS_HEC: Materia seca de heces, CNS_MS: Consumo de materia seca, GAN_P: Ganancia de peso, TC_CUY: Ganancia de peso g/día, CA: Conversión alimenticia.

b. Cuadros de análisis de varianza (ANVA)

Tabla 16. Contenido de materia seca de tres variedades de alfalfa

MS (%)	R2	0.9299		0.152		1.27E-07							Tukey
		p-valor_Trat	vars	n	mean	sd	median	min	max	range	se		
X11	1	ALFAMASTER	1	5	23.59	1.92	24.43	21.54	25.86	4.32	0.86		
X12	2	MOAPA	1	5	23.71	3.26	25.64	20.13	26.32	6.19	1.46		
X13	3	SUPERSONIC	1	5	24.48	2.36	22.9	22.68	27.11	4.43	1.06		
X11	1	LLUVIOSA	1	7	21.68	1.17	21.64	20.13	22.9	2.77	0.44	b	
X12	2	SECA	1	8	25.9	1.02	26.07	24.43	27.11	2.69	0.36	a	
		X1	1	15	23.93	2.42	24.43	20.13	27.11	6.99	0.62		

Tabla 17. Análisis de varianza de proteína cruda de tres variedades de alfalfa

PROTEINA (%)	R2	0.9608		0.00407		6.42E-09							Tukey
		p-valor_Trat	vars	n	mean	sd	median	min	max	range	se		
X11	1	ALFAMASTER	1	5	20.78	2.38	19.43	18.87	23.66	4.8	1.06	b	
X12	2	MOAPA	1	5	21.64	1.93	20.61	19.98	24.36	4.37	0.86	a	
X13	3	SUPERSONIC	1	5	22.13	2.59	23.84	19.22	24.17	4.95	1.16	a	
X11	1	LLUVIOSA	1	7	23.73	0.53	23.84	22.98	24.36	1.37	0.2	a	
X12	2	SECA	1	8	19.58	0.64	19.41	18.87	20.61	1.75	0.23	b	
		X1	1	15	21.52	2.22	20.61	18.87	24.36	5.49	0.57		

Tabla 18. Análisis de varianza de fibra cruda de tres variedades de alfalfa

FIBRA (%)	R2	0.477		p-valor_Trat		0.2212		p-valor_Epoc		2.65E-02		Tukey
		item	group1	vars	n	mean	sd	median	min	max	range	
X11		1	ALFAMASTER	1	5	30.21	4.59	30.85	25.43	36.57	11.14	2.05
X12		2	MOAPA	1	5	26.98	3.43	25.8	22.59	30.96	8.37	1.53
X13		3	SUPERSONIC	1	5	29.86	2.62	30.75	25.83	32.13	6.31	1.17
X11		1	LLUVIOSA	1	7	31.22	0.83	30.96	29.92	32.13	2.21	0.31 a
X12		2	SECA	1	8	27.09	4.17	25.81	22.59	36.57	13.98	1.48 b
			X1	1	15	29.02	3.68	29.92	22.59	36.57	13.98	0.95

Tabla 19. Análisis de varianza de fibra detergente neutra de tres variedades de alfalfa

FDN (%)	R2	0.9259		p-valor_Trat		0.000506		p-valor_Epoc		5.85E-07		Tukey
		item	group1	vars	n	mean	sd	median	min	max	range	
X11		1	ALFAMASTER	1	5	40.1	2.96	38.94	37.55	43.94	6.39	1.32 a
X12		2	MOAPA	1	5	36.9	3.94	35.36	32.75	41.34	8.59	1.76 b
X13		3	SUPERSONIC	1	5	40.06	2.38	41.64	36.85	41.92	5.07	1.06 a
X11		1	LLUVIOSA	1	7	41.99	1	41.72	40.83	43.94	3.11	0.38 a
X12		2	SECA	1	8	36.42	2.13	37.2	32.75	38.94	6.19	0.75 b
			X1	1	15	39.02	3.31	38.94	32.75	43.94	11.19	0.85

c. Carta para la visita al laboratorio de LABNUT- UNTRM – donde se realizó el análisis de contenido nutricional de la alfalfa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Filial Andahuaylas



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Andahuaylas, 16 de agosto de 2024

CARTA N° 08-2024-UNSAAC-FAZ-EPIA-AND

M.Sc. WILLIAM BARDALES ESCALANTE

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN GANADERÍA Y BIOTECNOLOGÍA -UNTRM

Presente -

ASUNTO: SOLICITO VISITA GUIADA AL LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL TESISISTA VALIERY ADRIAN QUISPE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Estimado M.Sc. William Bardales Escalante

Reciba un cordial saludo de parte de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, filial Andahuaylas, Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Por medio de la presente, me permito presentar a la Srta. Valierly Adrian Quispe, estudiante y actualmente tesista de nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria. La Srta. Valierly Adrian Quispe, se encuentra en la fase final de su investigación titulada "Contenido nutricional y digestibilidad in vivo de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en cuyes (*Cavia porcellus*)", la cual aborda temas clave en la nutrición animal.

En virtud de su dedicación y compromiso con su proyecto de tesis, consideramos que una visita al Laboratorio de Nutrición Animal (LABNUT) del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) será sumamente beneficiosa para el avance de su investigación. Por lo tanto, solicitamos amablemente su autorización para que la Srta. Adrian pueda realizar una visita guiada a las instalaciones del LABNUT en las fechas comprendidas entre el 21 de agosto al 09 de septiembre de 2024.

Estamos convencidos de que la experiencia y conocimientos que adquirirá durante esta visita serán de gran valor para el desarrollo de su tesis y para su formación profesional. La Srta. Adrian se compromete a seguir todas las normativas y procedimientos que rigen en su laboratorio, así como a coordinar con el personal a cargo para que su visita se realice de manera ordenada y eficiente.




UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Filial Andahuaylas



Agradecemos de antemano su disposición para apoyar la formación de nuestros estudiantes y quedamos a la espera de su confirmación sobre la visita solicitada. No dude en contactarnos para cualquier información adicional o coordinación necesaria.

Sin otro particular, y reiterando nuestro agradecimiento, me despido con un atento saludo.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Filial Andahuaylas

M.Sc. Misael Rodríguez Capcha
DIRECTOR
FILIAL ANDAHUAYLAS

M.Sc. Misael Rodríguez Capcha
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, filial Andahuaylas
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Cel.: 940740994
Misael.rodriguez@unsaaac.edu.pe

d. Panel fotográfico

Corte de forraje de las parcelas



Pesado de forraje picado



Animales en jaulas metabólicas



Colección de heces y forraje



Picado de forraje para análisis de contenido nutricional



Registro de peso de los animales



Pesado de residuo no consumido



Pesado de heces fresco



Pesado de muestras para el análisis



Preparación de reactivos para el análisis



Determinación de cenizas



Determinación de Fibra cruda, FDN, FDA



Determinación de proteína cruda

1.- DIGESTIÓN



Pesado de muestra



- Muestra
- Pastillas de catalizador
- 12 ml de ácido sulfúrico



Digestor de proteína

2.- DESTILACIÓN

Matraz



Ácido bórico +
indicador mixto



- 15 ml de agua
- 50 ml de hidróxido de sodio

3.- TITULACION



- Ácido clorhídrico al 0.25N