



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MARALFALFA (*Pennisetum* spp.) EN LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE COBAYOS (*Cavia porcellus*).

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Médica
Veterinaria Zootecnista.

AUTORA:

Diana Carolina Guamán Flores

DIRECTORA:

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 23 de septiembre de 2023

Doctora.

Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MARALFALFA (*Pennisetum spp.*) EN LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE COBAYOS (*Cavia porcellus*)**, de autoría del estudiante **Diana Carolina Guamán Flores**, con cédula de identidad Nro. **1104984859** previo a la obtención del título de **Médica Veterinaria Zootecnista**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

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



Firma:

Cédula de identidad: 1104984859

Fecha: 30 de marzo de 2023

Correo electrónico: diana.guaman @unl.edu.ec

Teléfono: 20110031

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

Yo, **Diana Carolina Guamán Flores**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denomina: **EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MARALFALFA (*Pennisetum spp.*) EN LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE COBAYOS (*Cavia porcellus*)**, como requisito para optar por el título de **Médica Veterinaria Zootecnista**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

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

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

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

Firma: 

Autor/a: Diana Carolina Guamán Flores

Cédula: 1104984859

Dirección: Los operadores calle Cornelio Saavedra y Getulio Vargas

Correo electrónico: diana.guaman@unl.edu.ec

Teléfono: 0979095036

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director/a del Trabajo de Titulación: Dra. Rocío delCarmen Herrera Herrera, Mg. Sc

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres que me apoyaron en mis buenos y malos momentos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También, quiero dedicarle este trabajo a mi hija Valentina que desde que llego a mi vida ha sido mi motivación ya que con su ternura y sonrisa me da aliento para seguir adelante.

Diana Carolina

Agradecimiento

Mi entero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, así mismo a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por darme la posibilidad de desarrollar mis estudios, de la misma manera agradezco a mis queridos docentes, Dr. Rodrigo Abad, Dr. Galo Escudero, Dr. Luis Aguirre, Ing. Beatriz Guerrero por la ayuda ofrecida en el transcurso de este proyecto.

Y especialmente a mí directora de esta tesis, Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, gracias a sus conocimientos, dedicación y apoyo brindado a este trabajo.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi pequeña hija que gracias a su sola existencia me da las fuerzas para seguir adelante y poder darle un mejor futuro.

Diana Carolina

Índice de Contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
Índice de Anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.2. Clasificación Taxonómica.....	6
4.3. Fisiología digestiva del cobayo.....	6
4.3.1. <i>Boca</i>	7
4.3.2. <i>Estómago</i>	7
4.3.3. <i>Intestino delgado</i>	7
4.3.4. <i>Intestino grueso</i>	8
4.4 Cecotrofia	8
4.5. Nutrición y alimentación	8
4.5.1. <i>Proteínas</i>	9
4.5.2. <i>Carbohidratos</i>	9
4.5.3. <i>Minerales</i>	9
4.5.4. <i>Vitaminas</i>	9
4.5.5. <i>Agua</i>	10
4.5.6. <i>Fibra</i>	10
4.6. Composición fisicoquímica de la fibra	11
4.6.1. <i>Celulosa</i>	11

4.6.2.	<i>Hemicelulosa</i>	11
4.6.3.	<i>Pectinas</i>	11
4.6.4.	<i>β-glucanos</i>	12
4.6.5.	<i>Lignina</i>	12
4.6.6.	<i>Ácidos fenólicos</i>	12
4.7	Digestión de la fibra en cobayo	12
4.8.1.	<i>Origen</i>	13
4.8.2.	<i>Características</i>	13
5.	Materiales y Métodos	15
5.1	Área de Estudio.....	15
5.2	Mapa	15
5.3	Procedimiento	16
5.3.1.	<i>Animales e instalaciones</i>	16
5.4	Tratamiento y Diseño de Experimento.	16
5.5	Dietas experimentales	17
5.6.	Variables de estudio parámetros digestivos	18
5.7.1.	<i>Peso absoluto y relativo de órganos digestivos</i>	19
5.7.2.	<i>Longitud absoluta y relativa del intestino delgado</i>	19
5.7.3.	<i>pH del estómago y del ciego</i>	19
5.8	Procesamiento y Análisis Estadístico	19
6	Resultados	20
7.	Discusión	24
9.	Recomendaciones	28
10.	Bibliografía	29

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cuy.....	6
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy.....	10
Tabla 3. Composición química de la Maralfalfa (<i>Pennisetum spp</i>) en base seca (%).14	
Tabla 4. Composición de la dieta.....	17

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del experimento.	15
Figura 2. Pesos absolutos de tracto digestivo total con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (<i>Pennisetum spp.</i>) (g).....	21
Figura 3. Peso absoluto de estómago con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa(<i>Pennisetum spp.</i>) (g).	21
Figura 4. Peso absoluto del ciego con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (<i>Pennisetum spp.</i>) (g).	22
Figura 5. Peso relativo del estómago con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa(<i>Pennisetum spp.</i>) (%)	22
Figura 6. Adecuación de instalaciones	34
Figura 7. Elaboración de dietas experimentales	34
Figura 8. Medición de pH de estómago y ciego	34

Índice de Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo.....	34
Anexo 2. Toma de parámetros digestivos.....	34
Anexo 3. Certificado de traducción de inglés	35

1. Título

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MARALFALFA (*Pennisetum* spp.) EN LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE COBAYOS (*Cavia porcellus*).

2. Resumen

El cobayo es un fermentador post gástrico que digiere alimentos fibrosos eficientemente, estos contribuyen al desarrollo y funcionamiento de órganos digestivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) en los parámetros digestivos de cobayos (*Cavia porcellus*). Se empleó 32 animales tipo A1 destetados de 15 días de edad con un peso promedio 381,85 g, el 50% hembras y 50% machos. Se aplicó un arreglo factorial 4x2 (dietas x sexo) dispuesto en un diseño completamente aleatorizado. Los animales se distribuyeron al azar en cuatro tratamientos con la inclusión de 0, 2, 16, 31% de maralfalfa (*Pennisetum* spp.), con 8 repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron peso absoluto y relativo de órganos digestivos, longitud absoluta y relativa del intestino delgado y pH de estómago y ciego. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y T-test protegido para comparación de medias. Se detectó diferencia estadística en el peso absoluto del tracto digestivo total ($P \leq 0,026$), estómago ($P \leq 0,001$) y ciego ($P \leq 0,020$) con pesos de 144 g, 31,3 g y 42,5 g respectivamente. El peso ($p \geq 0,110$) y longitud ($p \geq 0,153$) del intestino delgado no presentó diferencia estadística ($p \geq 0,153$) así como el pH de estómago ($p \geq 0,257$) y ciego ($p \geq 0,325$). El peso del estómago con contenido fue estadísticamente diferente ($p \leq 0,020$), el mayor peso relativo con 5,77% lo alcanzó la dieta con la inclusión del 31% de forraje en la dieta. Se concluye que niveles de inclusión de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) hasta el 31% no afectó los parámetros digestivos; sin embargo, el peso de contenido estomacal incremento proporcionalmente a la inclusión de nivel del forraje y el porcentaje de fibra de mismo.

Palabras clave: peso relativo, peso absoluto, pH estomacal, pH cecal, maralfalfa.

2.1 Abstract

The guinea pig is a post-gastric fermenter that digests fibrous foods efficiently, these contribute to the development and functioning of digestive organs. The aim of this study was to evaluate the effect of different inclusion levels of maralfalfa (*Pennisetum* spp.) on the digestive parameters of guinea pigs (*Cavia porcellus*). 32 type A1 weaned animals of 15 days of age with an average weight of 381.85 g were used, 50% female and 50% male. A 4x2 factorial arrangement (diet x sex) was applied, arranged in a completely randomized design. The animals were randomly distributed in four treatments with the inclusion of 0, 2, 16, and 31% of maralfalfa (*Pennisetum* spp.), with 8 repetitions per treatment. The variables evaluated were absolute and relative weight of digestive organs, absolute and relative length of the small intestine, and pH of the stomach and cecum. Data were processed by analysis of variance (ANOVA) and protected T-test for comparison of means. Statistical difference was detected in the absolute weight of the total digestive tract ($P \leq 0.026$), stomach ($P \leq 0.001$) and cecum ($P \leq 0.020$) with weights of 144 g, 31.3 g and 42.5 g respectively. The weight ($p \geq 0.110$) and length ($p \geq 0.153$) of the small intestine showed no statistical difference ($p \geq 0.153$) as well as the pH of the stomach ($p \geq 0.257$) and cecum ($p \geq 0.325$). The weight of the stomach with content was statistically different ($p \leq 0.020$), the highest relative weight with 5.77% was reached by the diet with the inclusion of 31% of forage in the diet. It is concluded that inclusion levels of maralfalfa (*Pennisetum* spp.) up to 31% did not affect digestive parameters; however, the weight of stomach content increased proportionally to the inclusion of the forage level and the percentage of fiber thereof.

Keywords: relative weight, absolute weight, stomach pH, cecal pH, maralfalfa.

3. Introducción

El cobayo es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú (Escobar, 1987). La carne de esta especie contiene un alto valor nutricional, con un porcentaje proteico del 20,3 %; 1,6 % de grasa; 1,2 % de minerales y 0,1 % de carbohidratos totales y disponibles (Rodríguez, 2019). El consumo per-cápita del sector rural en el Ecuador se encuentra en 1,41 kg/mes, 16,90 kg/año, equivalente a un promedio de 8 cuyes/año, mientras que, en el sector urbano, el consumo per-cápita es de 0,710 kg/mes, 8,52 kg/año, equivalente a 4 cuyes/año (Silva, 2021).

La nutrición y alimentación en la producción pecuaria representa alrededor del 70 % del rubro total (Selva, 2017), las raciones balanceadas de cobayos se formulan a base de materias primas importadas cuyo origen es proteico, energético y fibroso, la escasa disponibilidad y el alto valor de estas fuentes en el mercado incrementa el costo final de la ración (Rivas 2013); el desarrollo productivo en las diferentes etapas fisiológicas exige cubrir las necesidades nutricionales de los animales (Freeman, 2011); sin embargo, el desconocimiento por parte de los productores sobre dichos requerimientos, calidad y cantidad de suministro diario de alimento, el déficit de información de procesos digestivos en fermentadores post gástricos como es el cuy, ha conllevado a bajas producciones y rendimiento económicos no rentables (Savón, 2002).

La disponibilidad de especies forrajeras que por su gran biomasa y características químicas aportan nutrientes como fibra, lo que les hace factible incluirlas como componentes de una dieta; el pasto maralfalfa (*Pennisetum* spp) es una gramínea forrajera que contribuye a satisfacer las necesidades nutricionales en la alimentación, además de su adaptabilidad en diferentes zonas y el bajo costo de la misma hace que convierta en una materia prima alternativa para la inclusión en raciones alimenticias (Napoleón, 2009).

La fibra es un ingrediente importante en los piensos para cobayos, contribuye de manera importante en la fisiología digestiva (Carabaño, 2002), aumenta el tiempo de tránsito dentro del tracto gastrointestinal superior (estómago e intestino delgado) (Brownlee, 2011), esta fracción fibrosa alcanza el intestino grueso y por particularidad de su característica anatómica a nivel cecal hace que la aproveche la microflora,

mediante procesos fermentativos dando productos finales que se incorporan a las ruta metabólica energética (Gecele, 1986).

Considerando los antecedentes mencionados de la importancia que conlleva tener fuentes alternativas que permitan mejorar los rendimientos productivos en cobayos se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar los cambios del peso y medida del tracto digestivo de los cobayos con la inclusión de diferentes niveles de pasto maralfalfa (*Pennisetum spp*), como fuente de fibra en la dieta.
- Evaluar los cambios de pH del tracto digestivo en cobayos alimentados con diferentes niveles de Maralfalfa (*Pennisetum spp*), como fuente de fibra en la dieta.

4. Marco teórico

4.1 Origen del cobayo (*Cavia porcellus*)

El cuy, cobayo, curí, conejillo de indias, guinea pig es originario de Sudamérica y ha crecido en la zona andina de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Hace por lo menos 3000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron. En promedio la vida del cobayo puede llegar a los 4 años y como máximo de 7-8 años. Los cobayos al tener hábitos alimenticios diurnos y nocturnos, hace que ayude a un crecimiento más rápido hasta alcanzar el tamaño adulto. Su alimentación es a base de forraje verde y como complemento se suministra concentrado para cubrir sus requerimientos nutricionales (Castro, 2002).

4.2. Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cuy

Reino	Animal
Clase	Mamíferos
Orden	Roedores
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	Cavia Porcellus (especie Doméstica)

Fuente: Chauca, 1997

4.3. Fisiología digestiva del cobayo

El aparato digestivo se encuentra conformado por un conjunto de órganos, los mismos que tienen como función principal la digestión y absorción de nutrientes, para lograr esto es necesario que ocurran diferentes fenómenos en cada uno de ellos. También existen glándulas secundarias como: glándulas salivales, hígado, páncreas y vesícula biliar (Angosto, 2014).

El cobayo es un herbívoro monogástrico que tiene dos tipos de digestión una enzimática a nivel del estómago y otra bacteriana en el ciego. Por lo que se lo considera un fermentador postgástrico (Chauca, 1995).

4.3.1. Boca

La cavidad oral es la primera parte del tubo digestivo y en donde ingresan los alimentos, las piezas dentarias se encargan de reducir el tamaño del alimento y al mezclarse con la saliva que contiene enzimas ayuda a que sea absorbido (Palacios, 2014).

4.3.2. Estómago

Las cuatro regiones del estómago incluyen: cardias, fundus, cuerpo y píloro. El esófago entra oblicuamente en la región cardíaca en la menor curvatura del estómago (Hargaden & Singer, 2012). El estómago del cobayo, al igual que el de otros monogástricos, presenta un pH ácido (valores entre 1 y 2) fruto de la secreción de ácido clorhídrico y, debido a las continuas ingestiones de alimento, su secreción es intensa y continua (Gecele, 1986), y con pesos absolutos y relativos de 20,0 g (2,01% PV) Jaramillo (2017).

4.3.3. Intestino delgado

El intestino delgado es la parte más larga del tracto digestivo este está dividido en tres partes: duodeno, yeyuno, e íleon. Al pasar el quimo al duodeno las enzimas pancreáticas y entéricas además de los jugos biliares continúan con la degradación, para finalmente ser absorbido a lo largo del intestino delgado, todo este proceso no se demora más de dos horas (Reid, 1948, citado por Gómez y Vergara, 1993).

En esta porción se describen tres fases: fase luminal, fase mucosa, fase de transporte. La fase luminal, los carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta son hidrolizados y solubilizados; dependiendo de las secreciones pancreática y biliar, en la fase mucosa se da la hidrólisis final y la captación de los sacáridos y péptidos, y los lípidos captados por las células epiteliales son procesados y almacenados para ser exportados desde el enterocito a los capilares linfáticos o sanguíneos, por último, la fase de transporte los nutrientes absorbidos pasan a la circulación sanguínea o linfática. (García y Gallardo, 2007).

El intestino delgado que tiene aproximadamente 125cm de longitud, está conformado por varias espirales que dificultan mucho la localización de las distintas porciones que son: duodeno, yeyuno e íleon (Potter et al., 1956). Es la parte más larga del tracto alimentario, de lastres secciones, el duodeno es la más corta (10-12cm de largo), el yeyuno la más larga con 95cm y el íleon mide unos 10 cm (Cooper y Schiller, 1975).

4.3.4. Intestino grueso

Es un órgano bastante desarrollado tiene una longitud de 70 a 75 cm. Está conformado por el ciego, colon, recto y ano. El intestino grueso presenta modificaciones macro y microscópicas para descomponer los alimentos que son ricos en celulosa (Dellmann, 1993). El ciego del cobayo es el órgano más importante del tracto digestivo ya que aquí suceden los procesos fermentativos del alimento y se clasifica las heces para la cecotrofia, representa el 15% del peso total. En el ciego ingresan partículas menores a 0.5 cm de grosor y aquellos alimentos de mayor tamaño pasan directamente al colon. Los cobayos al tener un ciego funcional, aprovechan la fibra y reutilizan el nitrógeno (heces), esto principalmente en raciones bajas en proteína, lo cual ayuda a mantener un buen rendimiento productivo de los animales. (Calderón y Cazares, 2011). El pH del ciego oscila entre 6,0 a 6,4 (Pedraza · 2016). El colon Es la porción más larga del intestino grueso, es esta parte se absorbe el agua, nutrientes y electrolitos de los alimentos parcialmente digeridos. El recto inicia desde el colon sigmoide y termina en el conducto anal. Seguido del ano que es el fin del tracto digestivo.

4.4 Cecotrofia

La cecotrofia es un proceso digestivo en el cual el cobayo aprovecha las sustancias nutritivas como vitamina B y algunos minerales, así también reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado, son producidos entre 4 y 8 horas posterior a la ingesta de alimento durante un período de descanso, esto sucede la mayoría del tiempo en horas de la mañana (Chauca, 1997).

4.5. Nutrición y alimentación

Para garantizar que la producción de cobayos sea rentable, se debe considerar una alimentación que se adapte a las necesidades nutricionales porque esta asegura una

producción eficiente, hay que tomar en cuenta que el cobayo es un herbívoro monogástrico el cual presenta con un estómago donde su ingestión es enzimática y un ciego en que se realiza la fermentación microbiana (Vivas, 2013).

Cuando se realiza una dieta para cobayos es importante la presencia de elementos como: agua, proteínas, fibra, carbohidratos, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos de cada uno de estos son dados por el estado fisiológico, el genotipo y la ubicación de la producción (Acurio, 2010).

4.5.1. Proteínas

Las proteínas son un nutriente fundamental que forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras, ayuda a desarrollar nuevos tejidos, músculos, enzimas y hormonas además requeridas para diferentes etapas de vida del cobayo como la reproducción, crecimiento y lactación. El maní forrajero, Kudzú, alfalfa, trébol, etc., son ricos en proteínas a diferencia de las gramíneas que son bajas en proteína, pero altas en energía (Tovar, 2003).

4.5.2. Carbohidratos

Los carbohidratos proveen al organismo de la energía necesaria para realizar diferentes acciones como, crecer y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contienen azúcares y almidones, así también son importantes ya que mantienen la salud del tracto gástrico intestinal (Turiello, 2022).

4.5.3. Minerales

Fernández (2014) menciona que los cobayos necesitan de macrominerales como sodio, magnesio, potasio, calcio, fósforo, y azufre estos deben ser superiores a los 70 mg/kg de peso vivo del animal. También requieren micro minerales en menor cantidad como el hierro, manganeso, molibdeno, cobalto, cobre, yodo, selenio y zinc. Los minerales cumplen tres funciones como la de regular las transmisiones neuromusculares, permeabiliza la membrana celular, también participan en el balance hidroelectrónico y equilibrio ácido base.

4.5.4. Vitaminas

Las vitaminas son necesarias en el organismo animal ya que activan todas las

funciones del cuerpo ayudan al crecimiento, a la reproducción y además que protegen de varias enfermedades. Una vitamina importante en el cobayo es la vitamina C si existe un déficit de esta el animal no crece adecuadamente y puede producir su muerte (Vivas, 2013).

4.5.5. Agua

El agua representa el 80% de la composición del organismo, participa en muchos procesos dentro del organismo como: regular la temperatura corporal, transporte de nutrientes, digestión, etc., las necesidades del agua están en función de: edad, nivel productivo, ingestión de materia seca, concentración de sodio y temperatura ambiental. El agua es responsable del buen funcionamiento del organismo de los animales ya que el cuerpo de los animales está mayormente compuesto por agua (Caudet, 2017).

4.5.6. Fibra

En concentrados destinados para cobayos los porcentajes de fibra van desde el 5 a 18%, es importante la incorporación la fibra en las raciones ya que favorece a la digestibilidad de otros nutrientes ya que retarda el paso por el tracto digestivo. Los cobayos aprovechan eficientemente a raciones altas en fibra pudiendo llegar a obtener mayor peso y una mejor conversión alimenticia (Chauca, 1997).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED ¹	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
Fibra	(%)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 0,7
Magnesio	(%)	0,1-0,3	0,1 0,3	0,1 0,3
Potasio	(%)	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: FAO, 2011

4.6. Composición fisicoquímica de la fibra

La fibra está constituida por diferentes componentes tales como la celulosa, lignina, pectina, inulina, agar, quitina, hemicelulosa, gomas y silicatos; incluso diferentes autores añaden como parte de la fibra algunos compuestos fenólicos, el ácido fítico y otros compuestos anti nutricionales presentes en muy pequeñas cantidades en los alimentos. En mayores porcentajes se encuentran la celulosa y a la hemicelulosa en la constitución de la fibra, le siguen la lignina y las pectinas que tienen en algunos alimentos porcentajes relativamente altos. Los componentes restantes no tienen especial importancia nutricional y no representan cuantitativamente cifras elevadas (Mertens, 2002).

Es necesario contar con más estudios para determinar el contenido total de fibra insoluble en las dietas, pero con esta composición tan compleja, es una tarea difícil (Meza et al., 2014).

4.6.1. Celulosa

La celulosa es el principal componente de la pared de las células vegetales en plantas, madera y fibras naturales, y se encuentra, generalmente, con sustancias como la lignina, hemicelulosas (carbohidratos más cortos principalmente pentosanos), pectinas y ácidos grasos (Sanz, 2009).

4.6.2. Hemicelulosa

Engloba a un grupo de polisacáridos solubles en soluciones básicas y capaces de unirse a la celulosa a través de puentes de hidrógeno. En las gramíneas, la mayoría de la hemicelulosa son xylanos (con ramificaciones de arabinosa y ácidos glucurónicos). En los monogástricos, la hemicelulosa suele ser más digestible que la celulosa (pues la celulosa apenas se digiere en los monogástricos), pero en los rumiantes la celulosa suele ser más digestible que la hemicelulosa (Bach, 2006).

4.6.3. Pectinas

Son ácidos urónicos (ácido galacturónico, ramnosa). Se encuentran en cantidades elevadas en las leguminosas. La unión entre los polisacáridos que integran la pectina es del tipo (como los del almidón). Las pectinas se digieren más rápidamente que la celulosa o la hemicelulosa, pero a diferencia de lo que ocurre con la rápida fermentación del almidón. (Segura et al., 2007).

4.6.4. *β-glucanos*

Son polisacáridos de glucosa los cuales están unidos mediante enlaces β , Se encuentran principalmente en las gramíneas y en la fibra de los granos de cereal (Bach, 2006).

4.6.5. *Lignina*

Es un polímero que forma parte de la pared celular del tejido vascular de las plantas La concentración de lignina depende de la especie de forraje, siendo mayor en las leguminosas que en las gramíneas, y del estado vegetativo (a mayor madurez más lignina) (Maceda, 2022).

4.6.6. *Ácidos fenólicos*

Constituyen uno de los grupos de micronutrientes presentes en el reino vegetal, siendo fundamental tanto en la dieta animal. Constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, son considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad. Estos compuestos han sido considerados como anti nutrientes, debido al efecto adverso de uno de sus componentes mayoritarios, los taninos, sobre la digestibilidad de la proteína (Martínez, 2000).

4.7 Digestión de la fibra en cobayo

Los cuyes tienen una eficiente utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon, produciendo ácidos grasos volátiles que pueden satisfacer parte de sus requerimientos de energía (Aliaga, 1993). Este componente tiene importancia en la formulación de las dietas, no solo por la capacidad que tienen los cobayos de asimilarla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes; ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca, 1997).

La fibra limita el consumo voluntario y además incrementa las secreciones digestivas debido al aumento de volumen de la misma dado que absorbe agua a nivel intestinal. Esta capacidad de retener agua genera una pérdida de rendimiento al gancho, dado que obliga a un crecimiento del intestino. El aporte de fibra está dado por el consumo de los forrajes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde

importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje no menor de 18% (Chauca, 1997).

4.8. Maralfalfa (*Pennisetum* spp.)

4.8.1. Origen

Es un pasto mejorado de origen colombiano creado por el Padre José Bernal Restrepo (Sacerdote Jesuita), Biólogo Genetista nacido en Medellín, utilizando su Sistema Químico Biológico. A partir de allí el Padre José Bernal Restrepo, utilizando nuevamente su Sistema Químico Biológico, cruzó el Pasto Maravilla o Gramatara y la Alfalfa Peruana (*Medicago sativa* Linn), con el Pasto Brasileiro (*Phalaris azudinacea* Linn), y el pasto resultante lo denominó Maralfalfa (*Pennisetum* spp) (Bernal, 1965).

4.8.2. Características

La maralfalfa (*Pennisetum* spp) es un forraje perenne con alta productividad que ha sido introducido por los productores en numerosos países de Latinoamérica (Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros) debido a su potencial como forraje para diferentes especies (Correa et al., 2007).

Es una gramínea perenne, esta especie crece erecta y puede medir hasta 2 metros de largo, además presenta una alta productividad. Presenta tallos largos, delgados, sin vellos y superficiales formados por entrenudos que en su base son muy cortos y son más largos los de la parte superior (Viloria, 2019).

Se puede establecer a temperaturas de 13 a 27°C y es moderadamente tolerante a la sombra. Precipitaciones anuales 1.000 – 4.000 mm (milímetros) y tolera la sequía.

Tabla 3 Composición química de la Maralfalfa (*Pennisetum spp*) en base seca (%)

Nutrientes	Porcentaje
Humedad	79,33
Fibra	53,33
Grasa	2,10
Cenizas	13,5
Carbohidratos solubles	12,2
Nitrógeno	16,25
Proteína	2,6
Mg	0,29
Calcio	0,80
Fosforo	0,33
Potasio	3,38
Proteína Digestible	7,43
TND	63,53

Fuente: Correa et al., (2004)

5. Metodología

5.1 Área de Estudio

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Nutrición Animal (CIDINA), ubicada al sur oeste de la provincia de Loja, en el sector “La Argelia”, que cuentan con las siguientes características meteorológicas:

- 04°02'11" de latitud sur
- 79°12'4" de latitud este
- Temperaturas: 9 a 19°C temperatura media 15,8°C
- Precipitación anual: 1066mm
- Humedad relativa media: 75%
- Formación ecológica: Bosque seco-montañoso bajo (Estación Meteorológico laArgelia, 2014)

5.2 Mapa

En la figura 1 se muestra el mapa de las instalaciones y lugar donde se ejecutó lapresente investigación.



Figura 1 Ubicación de la Quinta experimental Punzara y centro de investigación desarrollo innovación de nutrición animal.

5.3 Procedimiento

5.3.1. Animales e instalaciones

Se empleó 32 cobayos destetados 16 hembras y 16 machos tipo A1 de 15 días de edad y con un peso promedio de 381,85 g. Se empleó un área de 35,4m², los animales se distribuyeron al azar y se ubicaron en jaulas de malla galvanizada con dimensiones 51x42x26cm, cada una con su respectivo comedero y bebedero, se identificaron de acuerdo a cada tratamiento. Las instalaciones y equipos fueron desinfectando con amonio cuaternario.

5.4 Tratamiento y Diseño de Experimento.

En el presente estudio se evaluaron diferentes niveles de inclusión de Maralfalfa (*Pennisetum* spp) en cobayos machos y hembras como se describe a continuación:

- **T1:** Machos 0% de Maralfalfa
- **T2:** Machos 2% de Maralfalfa
- **T3:** Machos 16% de Maralfalfa
- **T4:** Machos 31% de Maralfalfa
- **T5:** Hembras 0% de Maralfalfa
- **T6:** Hembras 2% de Maralfalfa
- **T7:** Hembras 16% de Maralfalfa
- **T8:** Hembras 31% de Maralfalfa

Se aplicó un arreglo factorial 2x4 (sexo por dietas) dispuesto en diseño completamente aleatorizado (DCA) con 8 tratamientos y 4 repeticiones (animales) por tratamiento con un total de 32 unidades observacionales.

5.5 Dietas experimentales

Tabla 4 Composición de la dieta

Ítem	Dietas Experimentales			
	0%	2%	16%	31%
<i>Ingredientes</i>				
Afrecho de trigo	26,6	37,8	25,7	12,6
Trigo	27,9	12,1	6,11	0,00
Paja de arroz	19,9	19,9	19,9	19,9
Maralfalfa	0,00	2,00	16,2	31,3
Soja	14,2	13,6	17,8	22,2
Aceite de palma	3,28	6,66	6,66	6,66
Melaza	3,98	3,98	3,98	3,98
Sal	0,47	0,39	0,39	0,39
L-lisina-HCl	0,32	0,31	0,26	0,21
DL-metionina	0,12	0,13	0,13	0,14
Treonina	0,19	0,19	0,21	0,20
Bicarbonato de Na	0,31	0,13	0,00	0,00
Premezcla vitamínica mineral ¹	0,19	0,19	0,19	0,19
Carbonato de Ca	2,05	2,03	1,77	1,16
Celmanax ²	0,10	0,10	0,10	0,10
Vitamina C	0,04	0,04	0,04	0,04
Bentonita	0,39	0,39	0,39	0,39
<i>Composición química Analizada, % MS</i>				
Materia seca	88,1	87,6	87,3	87,7
Ceniza	13,3	11,8	12,9	13,7
Proteína cruda	18,0	17,4	17,2	18,1
Fibra cruda	12,9	14,1	17,5	20,4
Extracto etéreo	6,05	8,77	9,13	7,74
<i>Composición química Calculada</i>				
Energía digestible	2800	2800	2800	2800
FDN	28,0	32,0	36,0	40,0
Almidón	21,0	13,0	8,00	2,00
Lisina	0,80	0,80	0,80	0,80
Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30
Treonina	0,60	0,60	0,60	0,60
Calcio	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosforo total	0,40	0,50	0,40	0,40

¹Premezcla vitamínica mineral, 7 000.000 UI Vitamina A, 1 200.000 UI Vitamina D3, 35.000 UI Vitamina E, 2000mg Vitamina K3, 1 500mg Vitamina B1,3 000mg Vitamina B2, 2 500mg Vitamina B6, 20mg Vitamina B12, 20 000mg Niacina, 80mg Biotina, 12 000mg Ácido pantoténico, 250mg; Ácido fólico, 100 000mg; Colina, 2 000mg Antioxidante, 25 000mg; Manganeso,90 000mg; Zinc, 75000mg; Hierro, 7 000mg Cobre, 500mg Yodo, 200mg Selenio, 2 000mg Magnesio, 2 000g Excipientes c.s.p.

²Celmanax (*Saccharomyces cerevisiae*).

Las dietas fueron suministradas de acuerdo a cada tratamiento, con un tiempo de adaptación de tres días y 15 días de experimento con disponibilidad de agua *ad libitum*. Se aplicó a cada dieta post pellet 400mg/kg de vitamina C.

5.6. Variables de estudio

Parámetros digestivos

a) Pesos absolutos y relativos de órganos digestivos

- Estómago
- Intestino Delgado
- Ciego

b) Medidas absolutas y relativas de órganos digestivos

- Intestino delgado

c) pH de órganos digestivos

- Estómago
- Ciego

5.7 Toma y Registros de Datos

Se sacrificaron los 32 animales considerando las normas de bienestar animal en el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS N.º 983, Ecuador), se aplicó la técnica de aturdimiento descrita por (Blakmore et al., 1988), que consistió en aplicar un golpe contundente en el cabeza seguido del desangramiento, se diseccionó la cavidad abdominal para extraer y proceder a pesar y medir el tracto digestivo total, y los segmentos por separado (estómago, intestino delgado y ciego), se midió pH de contenido estomacal y cecal.

5.7.1. *Peso absoluto y relativo de órganos digestivos.*

Para el cálculo del peso absoluto se tomó el peso (g) individualmente el tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego en una balanza digital comercial (SB32001), mientras que el relativo se aplicó la siguiente fórmula:

$$PR = (\text{Peso de cada órgano} / \text{Peso vivo}) * 100$$

5.7.2. *Longitud absoluta y relativa del intestino delgado.*

Para la toma de las medidas absolutas se utilizó una cinta métrica y se procedió a tomar la longitud (cm) del intestino delgado de cada unidad observacional, y para las longitudes relativas se usó la siguiente fórmula:

$$LR \text{ de intestino} = (\text{Largo de intestino} / \text{Peso vivo}) * 100$$

5.7.3. *pH del estómago y del ciego.*

Para determinar dicha variable se utilizó un pHímetro, se calibró con soluciones buffer pH7 y pH4, posteriormente se procedió a medir el pH de contenido de estómago y ciego.

5.8 Procesamiento y Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en la que los factores principales de variación serán el sexo, la dieta y la interacción de estos factores. Las medias se compararán a través de un T-test protegido.

6 Resultados

En la tabla 4 se observa el efecto de diferentes niveles de maralfalfa sobre los pesos absolutos y relativos del tracto digestivo total, estómago, intestino delgado y ciego.

Tabla 4. Parámetros digestivos en cuyes (*Cavia porcellus*) con diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum* spp.)

Variables	Niveles de Maralfalfa				Sexo		EEM			P - valor		
	0	2	16	31	Machos	Hembras	Nivel	Sexo	Nivel * Sexo	Nivel	Sexo	Nivel * Sexo
<i>Pesos absolutos del tracto digestivo (g)</i>												
Tracto digestivo total	121 ^b	118 ^b	119 ^b	144 ^a	129	122	6,39	4,52	9,04	0,026	0,258	0,631
Estómago	18,5 ^b	18,2 ^b	22,8 ^b	31,3 ^a	3,63	3,11	2,28	1,62	3,23	0,001	0,002	0,774
Intestino delgado	31,9	32,2	27,7	33,4	32,1	30,5	1,68	1,18	2,37	0,110	0,345	0,113
Ciego	36,8 ^a	38,3 ^a	31,1 ^{ab}	42,5 ^b	38,1	36,1	2,38	1,68	3,67	0,020	0,417	0,465
<i>Pesos relativos (% PV)</i>												
Tracto digestivo total	24,7	25,5	27,7	26,8	25,9	26,4	1,33	0,94	1,88	0,411	0,760	0,645
Estómago	3,91 ^b	3,78 ^b	5,28 ^{ab}	5,77 ^a	5,33	4,04	0,49	0,35	0,69	0,020	0,017	0,799
Intestino delgado	6,62	6,92	6,44	6,29	6,55	6,58	0,38	0,27	0,53	0,679	0,951	0,144
Ciego	7,46	8,39	7,22	7,96	7,64	7,86	0,50	0,35	0,71	0,371	0,664	0,496
<i>Longitud absoluta del Intestino delgado (cm)</i>												
Intestino delgado	219	222	209	224	216	221	5,63	3,98	7,96	0,267	0,401	0,652
<i>Longitud relativa del intestino delgado (% PV)</i>												
Intestino delgado	45,3	48,3	48,5	42,1	43,9	48,3	2,18	1,54	3,09	0,153	0,052	0,847
<i>pH</i>												
Estómago	3,48	2,89	3,86	3,27	3,63	3,11	0,32	0,23	0,45	0,257	0,129	0,473
Ciego	5,70	6,21	6,18	6,13	6,11	6,00	0,21	0,15	0,30	0,325	0,612	0,507

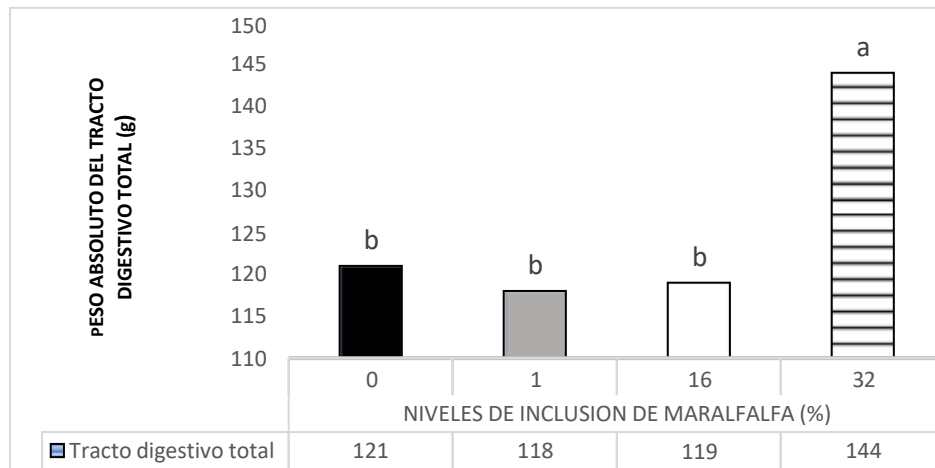


Figura 2 Pesos absolutos de tracto digestivo total con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum spp.*) (g)

En la tabla 4 y figura 2 se observa diferencia estadística ($p \leq 0,026$) del peso absoluto del tracto digestivo entre los diferentes tratamientos, el tratamiento cuatro es superiores al resto con 20,7%. No se encontró interacción para ninguna de las variables estudiadas.

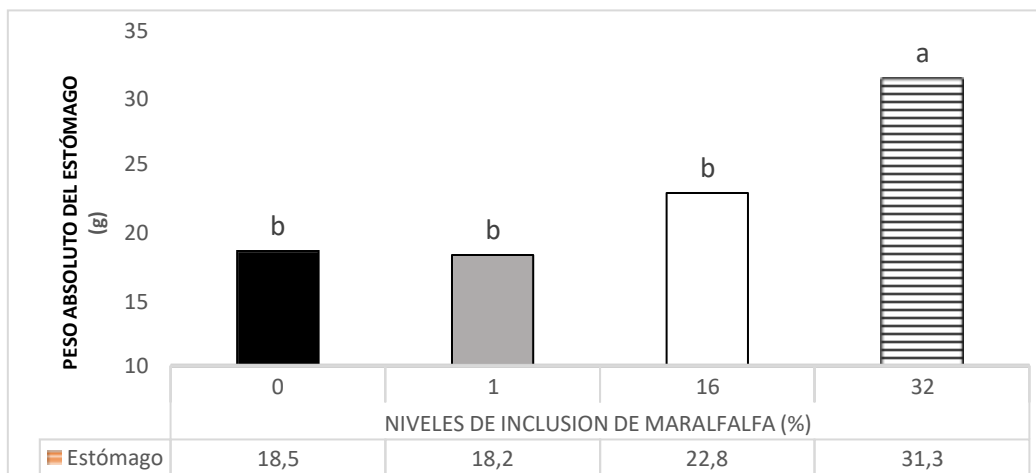


Figura 3 Peso absoluto de estómago con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum spp.*) (g).

El peso del estómago mostro diferencia estadística ($p \leq 0,001$) entre los tratamientos, semuestra que a mayor nivel de inclusión de maralfalfa incrementa el peso de estómago, determinando que el tratamiento cuatro supera al resto de tratamientos con 57,8%. Los machos alcanzan mayor peso estomacal ($p \leq 0,002$) en relación a las hembras; no se encontró interacción ($p \geq 0,774$) entre el nivel por sexo.

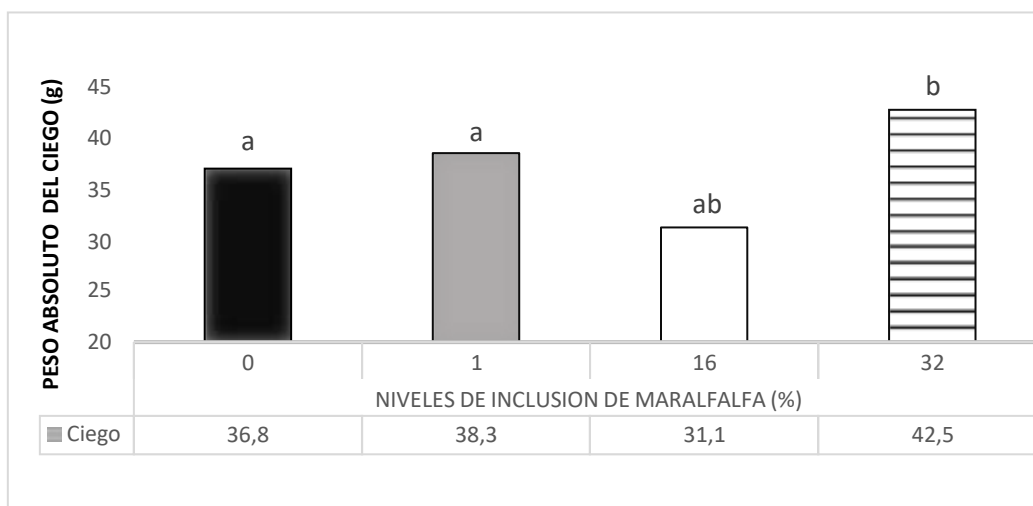


Figura 4 Peso absoluto del ciego con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) (g).

Entre los tratamientos de estudio el peso del ciego presenta diferencia estadística ($p \leq 0,020$), la inclusión del 32% de maralfalfa obtuvo el mayor peso del ciego con 42,5g. No se encontró interacción para nivel por sexo ($p \leq 0,465$), ni diferencia en el factor sexo ($p \leq 0,417$).

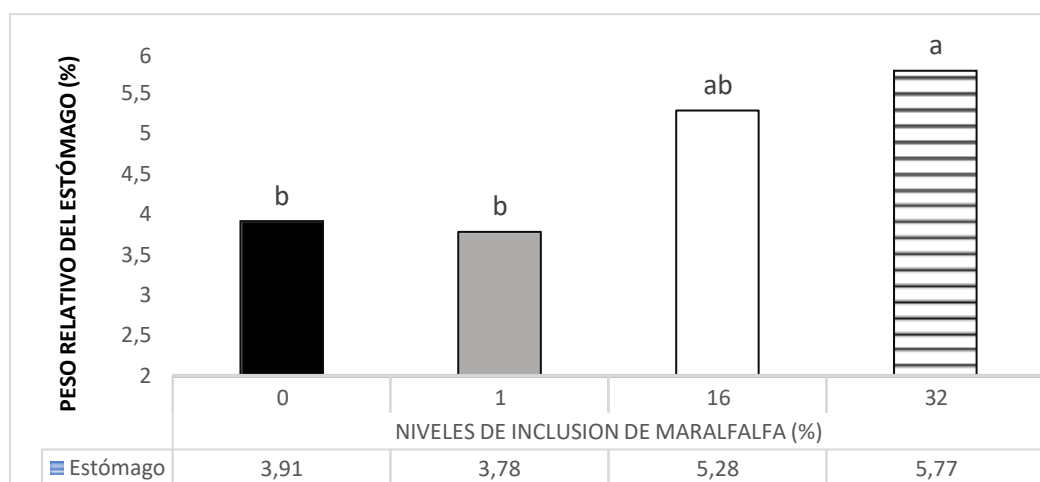


Figura 5 Peso relativo del estómago con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) (%)

En la tabla 4 y figura 5 se observa que el peso relativo del estómago presenta diferencia estadística ($p \leq 0,020$) obteniendo un mayor peso con la inclusión del 32% de maralfalfa.

No se observa diferencia estadística en lo referente a pesos y medidas absolutos de intestino delgado obteniendo promedio de 31,3g y 218,5cm respectivamente, así como

de pesos relativos de tracto digestivo total, intestino delgado y ciego con promedios de 26,1; 6,58 y 7,76% y medidas de intestino delgado de 46,05%. En lo referente a pH, no existió diferencia estadística en contenido estomacal ($p \leq 0,257$) y cecal alcanzando un promedio de 3,37 y 6,06% según corresponde.

Los diferentes niveles de maralfalfa, empleados en la investigación, no afectaron en los pesos relativos del tracto digestivo total en donde se obtuvo resultados que van desde 24,71 al 27,67%. Al igual que en los pesos relativos del intestino delgado donde se obtuvo un promedio de 6,57% de los cuatro tratamientos. En los pesos relativos del ciego no se vio diferencia significativa, con resultados que van desde 7,22 al 8,39 %.

En tabla 4 se observa que no existe diferencia significativa con relación a las medidas absolutas del tracto digestivo total, los cuales variaron entre 208,9 a 223,8cm. En cuanto a las medidas relativas del intestino delgado se obtuvo un promedio de 46,06% entre los tratamientos. Las hembras presentaron mayor longitud relativa de intestino delgado con 48.3% en relación a los machos. No se observó interacción en niveles por sexo.

7. Discusión

7.1. Pesos absolutos y relativo de los órganos digestivos

Los pesos absolutos del tracto digestivo total 144 g ($P \leq 0,026$), estómago 31,3 g ($P \leq 0,001$) y ciego 42,5 g ($P \leq 0,020$) obtuvieron diferencia estadística, siendo el 31% de inclusión de maralfalfa quienes presentaron un mayor peso. Jaramillo (2017) en su trabajo sobre características morfológicas del tracto digestivo del cuy, determino un peso absoluto del tracto digestivo total de 167 g, mismo que es mayor al resultado de este estudio, de la misma forma Vázquez et al., (2018) consiguió un peso absoluto del estómago de 56,03 g al añadir tallo de caña fresco *ad libitum* más forraje fresco de morera *ad libitum* y 30 g de pienso, y Bustamante (2022) en su trabajo sobre la influencia de fibra en el desarrollo gastro intestinal en cuy presentó un peso absoluto del ciego de 47,12 g con el 15% de fibra cruda, resultados mayores al expuesto en el presente trabajo.

El peso relativo del estómago presentó diferencia estadística ($P \leq 0,020$), el tratamiento con el 31% de inclusión de maralfalfa alcanzo el mayor peso con 5,77% con estómago lleno, resultados que son superiores a los obtenidos por Chiou et al., (2000) quienes reportan un estudio sobre comparación de la función digestiva de conejos, cobayos, ratas y hámsteres con inclusión del 6% de afrecho de trigo y 21% de harina de alfalfa un peso estomacal de 1,9 % en animales con 12 horas de ayuno antes del sacrificio; mientras que García et al., (1999) en la evaluación de una dieta con inclusión del 15,2% de granilla desengrasada alcanzan un peso con estómago lleno de 4,98% en conejos de 35 días de edad; asimismo Vázquez et al., (2018) en el análisis morfométrico del tracto gastrointestinal de conejos de 40 días de edad alimentados con una dieta a base de 100 g de pienso restringido más forraje fresco de morera *ad libitum* publican pesos del estómago con contenido de 3,55 y de 3,08% con caña de azúcar y morera *ad libitum* más 30 g de pienso.

Por otro lado, autores como El Abed et al., (2012) indican que, adicionando la pulpa deremolacha como fuente de fibra insoluble en dietas para conejos de 25 días de edad, obtuvieron un peso relativo del estómago de 6,74%, mientras que, Kovac (2021) 6,08% con inclusión de cebada, trigo y alfalfa deshidratada en la evaluación de niveles de fibra soluble e insoluble en conejos de 39 días de edad, datos superiores al presente trabajo.

No se detectó diferencia estadística en pesos y medidas relativas del resto de órganos, sin embargo, se evidencio en intestino delgado un promedio de longitud de 46,05%, al mismo que es inferior al obtenido por Jaramillo (2017) que en su estudio con 16 cuyes machos de 2,5 meses de edad con dieta comercial fue de 60%; y promedio pesos de 6,57%, así mismo y ciegoalcanzo una media de 7,75% de peso relativo, y superiores a los publicados por Álvarez et al., (2007) en su trabajo de investigación sobre efecto del tipo y nivel de fibra en la fisiología digestiva en conejo de 45 de edad, quienes reportan 7,05% PR, y de Paredes y Goicochea (2021) en cobayos de 77 días de edad con una dieta del 40% FND y 25% de almidón con 7,6% PR.

En el presente ensayo se evidencio que a mayor inclusión de nivel de maralfalfa el porcentaje de fibra incrementa, Paredes y Goicochea (2021), mencionan que los cobayos alimentados con un alto contenido de fibra ingieren más cantidad de materia seca con relaciónal peso vivo, para cubrir sus requerimientos de energía, Savón (2002) afirma que se genera un aumento en el consumo de alimento y consigo el desarrollo de órganos digestivos. Así mismo menciona De Blas (2002) que el peso del contenido cecal puede verse afectado por el nivel y tipo de fibra, así como por el tamaño de partícula empleado en la dieta.

7.2 pH de estómago y ciego

El pH promedio de estómago obtenido en el presente estudio fue de 3,38, resultado que es mayor al obtenido por Jaramillo (2017) y García et al., (1999) quienes reportan valores de pH de 1,53 y 1,75 de contenido estomacal.

En lo que respecta al contenido cecal el valor promedio de pH fue de 6,06; estudios en valoración de fibra insoluble en conejos de 45 días realizados por Abed et al., (2012) obtuvieron pH de 5,63 resultado que es similar al de Álvarez et al., (2007) en su trabajo de investigación sobre el efecto de heno de alfalfa y paja de trigo en dietas para conejo de la misma edad reporta 5,7 y al de García et al., (1999) de 5,87, pero inferiores a los obtenidos en este ensayo; mientras que Jaramillo (2017) alcanza un pH de 6,63 siendo este dato superior a los mencionados anteriormente.

Se pudo demostrar que el pH se encontró dentro de los rangos normales establecidos que oscilan en 6,06 de acuerdo a Merchant (2011), constató que los niveles de inclusión de maralfalfa no influyeron sobre este parámetro, de acuerdo a Carabaño et al. (2010) esto puede aludirse a la presencia de sustancias tampón en el

ciego de origen endógeno o alimentario que mantiene la estabilidad del pH cecal entre animales alimentados con diferentes dietas.

En el ciego del cobayo existe una fermentación rápida del alimento, por una predominante flora bacteriana que permite un buen aprovechamiento de la fibra, a comparación que otras especies como el conejo y caballos, esto se debe a que no existe retención de ninguno de las fases de digestión en su intestino posterior, de la misma forma al encontrarse con la presencia de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) obteniendo energía a partir de materias fibrosas (Sakaguchi, 1997). Por su parte Carabaño *et al.* (2010), señala que el pH cecal varía de forma inversa al aumento de la concentración de AGV, así también menciona (Gecele, 1986) que estos AGV además de jugar un rol energético, ejercen una marcada influencia sobre el pH cecal, la motilidad ceco cólica y la mantención de un medio interno cecal adecuado para el desarrollo de la microflora normal.

El estómago se caracteriza por ser importante del sistema digestivo por la excreción de ácido clorhídrico, su función es la de disolver el alimento y este se encarga de mantener el pH en un promedio de 1 a 3; en cambio en el ciego, el promedio normal del pH oscila entre 6,0 - 6,4 Merchant (2011)

El pH promedio del contenido estomacal que se obtuvo fue de 3,38, considerándose un pH ácido, dicho resultado se logró con el nivel más alto de inclusión de maralfalfa (31%) el cual representa el nivel con mayor porcentaje de fibra, de acuerdo a lo expresado por Varón *et al.* (2010) que la porción de alimento que es transformado en quimo y evacuada del estómago durante la etapa postprandial va de la mano del volumen ingerido, solubilidad, la cantidad de líquido ingerido, la secreción gástrica, el grado de mezcla y trituración alcanzado, además que la actividad motora postprandial tiene una duración variable que depende del volumen y las características físico-químicas de los alimentos ingeridos

8. Conclusiones

Una vez realizado el análisis de los resultados se concluye lo siguiente:

- El peso del contenido estomacal presentó incremento proporcional de acuerdo al nivel de inclusión en las dietas y al porcentaje de fibra del forraje.
- La inclusión de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) en diferentes niveles como fuente de fibra afectó el peso y medidas relativas de tracto digestivo total, intestino delgado y ciego.
- El pH de contenido estomacal y cecal no se afectó en cobayos alimentados con diferentes niveles de maralfalfa (*Pennisetum* spp.), como fuente de fibra en la dieta.

9. Recomendaciones

Los resultados y conclusiones del presente estudio permiten hacer las siguientes recomendaciones.:

- Realizar futuras investigaciones con otras especies forrajeras como fuente de fibra con diferentes niveles de inclusión y su efecto sobre parámetros digestivos en cuyes (*Cavia porcellus*).
- Evaluar tamaño de partícula de fuentes fibrosas en dietas para cuyes que beneficien a los parámetros digestivos.

10. Bibliografía

- Acurio, F. (2010). Mejoramiento de la formulación de Alimentos Balanceados mediante El Uso De Residuo De Galleta Y Sus Efectos En La Fase De Engorde En Cuyes Mejoramiento De La Formulación De Alimentos Balanceados Mediante El Uso De Residuo De Galleta Y Sus Efectos En La Fase De Engorde En Cuyes (Bachelor's thesis).
- Alvarez, J. L., Marguenda, I., Rebollar, P. G., Carabaño, R., De Blas, C., Corujo, A., & Ruiz,
- Bazán Rodríguez, V. H. (2019). Parámetros productivos, composición química y calidad microbiológica de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) desafiados vía oral con *Salmonella Typhimurium*.
- Blackmore, D. W., & Delany, M. W. (1988). Slaughter of stock. A practical review and guide.
- Brownlee, I. A. (2011). The physiological roles of dietary fibre. *Food hydrocolloids*, 25(2), 238-250.
- Bustamante Suni, F. O. (2022). Influencia del nivel de fibra dietaria sobre el desarrollo gastrointestinal en cuyes.
- Calderón G, Cazares R. 2008. Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloques nutricionales en base a paja de cebada y alfarina. Tesis. Ingeniero Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 64 p.
- Carabaño, R., Lorente, M., Boixeda, G. S., de Blas Beorlegui, C., & Fraga, M. J. (1984). Influencia del contenido en fibra y cereales del pienso determinados parámetros digestivos del conejo al final del cebo. In IX Symposium de cunicultura (pp. 231-242). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).
- Carabaño, R., Piquer, J., y Menoyo, I., D y Badiola. (2010). El sistema digestivo del conejo.
- Castro, H. (2002). Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. *Institute Brigham Young University Provo. Utah, US*, 14(2).
- Caycedo A. 2007. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño. Pasto- Colombia. 323 p.

- Chachapoya Rivas, D. L. (2013). Producción de alimentos balanceados en una plantaprocesadora en el cantón Cevallos, Quito, 2014.
- Chauca L. 1995. Fisiología digestiva: Crianza de cuyes. Lima: INIA. Serie Guía Didáctica. p13-16.
- Chauca L. 1997. Producción de Cuyes. FAO Revista Producción y Sanidad. [Internet], Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>
- Chiou, P. W. S., Yu, B., & Kuo, C. Y. (2000). Comparison of digestive function among rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. I. Performance, digestibility and rate of digesta passage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(11), 1499-1507.
- Cooper, G., y Schiller, A. L. (1975). *Anatomy of the guinea pig*. Harvard University Press.
- Correa, H. 2004. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18(6):2006. (En línea). <http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd18/6/corr18084.htm>
- De Blas, J. C., García, J., & Carabaño, R. (2002). Avances en nutrición de conejos. *Simposium de cunicultura*, 27, 83-91.
- El-Abed, N., Delgado, R., Abad, R., Menoyo, D., García, J., & Carabaño, R. (2012). Efecto de la fibra soluble e insoluble de la pulpa de remolacha sobre la fisiología digestiva de gazapos destetados a 25 d. *Rev. Complut. Cienc. Vet*, 6, 19-24.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria*, 21, 61-72.
- Freeman, L., Becvarova, I., Cave, N., Mac-Kay, C., Nguyen, P., Rama, B., ... & Yathiraj, S. (2011). Guía para la evaluación Nutricional. *Clínica veterinaria de pequeños animales*, 31(2).
- García, J., Nicodemus, N., García, A., Carabaño, R., & de Blas, J. C. (1999). Efecto de la inclusión de granilla desengrasada de uva en piensos de conejos en crecimiento sobre los parámetros digestivos. *ITEA*, 20, 466-468.
- Gecele, P. (1986). Fisiología digestiva del conejo adulto. *Monografías de Medicina Veterinaria*, 8(2).
- Giovannetti, P. M. (1982). Effect of coprophagy on nutrition. *Nutrition Research*, 2(3), 335– 349. doi:10.1016/S0271-5317(82)80015-8
- Gómez, B.C. y Vergara, V. 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso

- nacional de capacitación en crianzas familiares, págs. 38- 50, INIA-EELM-EEBI.
- Grossi, G. V., Ohaco Domínguez, E. H., & De Michelis, A. (2015). Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo *Pleurotus ostreatus*. *Villa Regina, Rio Negro, Argentina: Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional del Comahue*, 25.
- Guacho M. 2009. Valoración energética de diferentes tipos de balanceado utilizados en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis. Ingeniero Zootecnista. Jalisco, México. Universidad de Guadalajara. 75 p.
- Guamán, C. P. M. (2015). Utilización de diferentes niveles de un promotor de crecimiento en *cavia porcellus* (cuyes) en la etapa de crecimiento y engorde (B.S. thesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Holtenius K, Bjornhag G. 1985. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comp Biochem Physiol*, 82 (23): 537-542.
- Jaramillo, A. M. (2017). Determinación de características morfo-fisiológicas del tracto digestivo del cuy (*Cavia porcellus*).
- Kovac, C. E. (2021). Effect of dietary soluble and insoluble fibre level, oligosaccharide supplementation and feed restriction on rabbit performance (Doctoral dissertation, Agronomica).
- Lignina: composición, síntesis y evolución. *Madera y bosques*, 27(2).
- Maceda, A., Soto-Hernández, M., Peña-Valdivia, C. B., Trejo, C., & Terrazas, T. (2021).
- Makkar y Sing . (1987). En Comparative enzymatic profiles of rabbit cecum and bovine rumen contents. *Appl. Rabbit Res.* 10, 172-174
- Malagón Peñafiel, M. (2013). Pasto guatemala (*tripsacum laxum*) con maní forrajero (*arachispintoi*) en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus linnaeus*) en la etapa de engorde. quevedo. (Tesis de Master no publicada). Quevedo: UTEQ.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M. J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 50(1), 5-18.
- Merchant, H. A., McConnell, E. L., Liu, F., Ramaswamy, C., Kulkarni, R. P., Basit, A. W., & Murdan, S. (2011). Assessment of gastrointestinal pH, fluid and

- lymphoid tissue in the guinea pig, rabbit and pig, and implications for their use in drug development. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 42(1-2), 3-10.
- Mertens, D. R., & Collaborators: Allen M Carmany J Clegg J Davidowicz A Drouches M Frank K Gambin D Garkie M Gildemeister B Jeffress D Jeon CS Jones D Kaplan D Kim GN Kobata S Main D Moua X Paul B Robertson J Taysom D Thiex N Williams J Wolf M. (2002). Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 85(6), 1217-1240.
- Murillo I, Quilambiqui M. 2004. Evaluación de dos dietas experimentales con diferentes niveles de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Raza Andina. Tesis de grado. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. 60 p.
- Numbela Rico E. Manual sobre manejo de cuyes. Benson Agriculture and Food Institute. Provo, UT, EE.UU. 2003
- Nutrición del conejo, 1–18.
- Palmerston North: Massey University
- Paredes, M., & Goicochea, E. (2021). Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón en el rendimiento productivo, comportamiento ingestivo y peso de órganos digestivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1).
- Potter, G., Rabb, E., Gibbs, L. W., y Medlen, A. (1956). Anatomía del sistema digestivo del conejillo de indias (*cavia porcellus*), 232–234
- Sakaguchi E. 2003. Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Anim Sci J* 74(10): 327- 337.
- Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 91–102.
- Segura, F., Echeverri, R., Ll, A. C. P., y Mejía, A. I. (2007). Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y alimentos para animales. *Vitae*, 14(1), 72–81.
- Tovar, O. (2003). Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass. In *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)* (pp. 741-748).
- Vargas, C., y Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia*

porcellus), con dos tipos de alimentos balanceados (B.S. thesis).

Vargas, T. (2021). *Cavia Porcellus* Production Fed With Tropical Humid Pastures and Forage From Ecuador Under Pyramidal Breeding System. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM*, 355-373.

Vázquez, Y., Valdivié, M., Berrios, I., & Sosa, E. (2018). Análisis morfométrico del tracto gastrointestinal de conejos alimentados con forraje de morera y tallo de caña de azúcar. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4), 389-394.

Vivas A. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*.

11. Anexos

Anexo 1 Fotografías del trabajo de campo



Figura 6 Adecuación de instalaciones



Figura 7 Elaboración de dietas experimentales

Anexo 2 Toma de parámetros digestivos



Figura 8 Medición de pH de estómago y ciego

Anexo 3 Certificado de traducción de inglés

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Loja, 20 de marzo del 2023

Yo, Adriana Elizabeth Cango Patiño con numero de cedula 1103653133, Magister en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros. Mención en Enseñanza de Inglés.

CERTIFICO:

Haber realizado la traducción de español al idioma inglés del resumen del trabajo de titulación denominado **EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MARALFALFA (*Pennisetum spp.*) EN LOS PARÁMETROS DIGESTIVOS DE COBAYOS (*Cavia porcellus*)**, de autoría del estudiante **Diana Carolina Guamán Flores** con número de cedula **1104984859**, estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Agropecuaria de los Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja. Dicho estudio se encontró bajo la dirección de la Dra. Rocio del Carmen Herrera Herreera, Mg.Sc, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y autorizo al interesado hacer uso del documento para los fines académicos correspondientes.

Atentamente,



Mg. Sc. Adriana Elizabeth Cango Patiño
Magister en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros. Mención en Enseñanza de Inglés
Registro Senescyt 1049-2022-2589539
Celular: 0989814921
Email: adrianacango@hotmail.com