



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de Agricultura y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

Metaanálisis de los principales factores asociados a la fermentación cecal en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento

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

AUTOR:

Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín

DIRECTOR:

Dr. Rodrigo Medardo Abad, PhD.

Loja – Ecuador

2024



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Abad Guaman Rodrigo Medardo**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Metaanálisis sobre los principales factores asociados a la fermentación cecal en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento**, perteneciente al estudiante **Nathaly Michelle Feijoo Sanmartin**, con cédula de identidad N° **0750052094**.

Certifico:

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

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

Loja, 8 de Marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
**RODRIGO MEDARDO
ABAD GUAMAN**

F)

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-000971

Autoría

Yo, **Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín**, declaro ser la autora de este Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamaciones y acciones legales por su contenido. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja a publicar mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional, Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 0750052094

Fecha: 14 de mayo de 2024

Correo electrónico: nathaly.feijoo@unl.edu.ec

Celular: 0984223949

Carta de autorización de la autora para consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular

Yo, **Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín**, declaro ser la autora del Trabajo de Integración Curricular denominado **Metaanálisis sobre los principales factores asociados a la fermentación cecal en cuyes (*Cavia Porcellus*) en crecimiento**, como requisito para optar al título de **Médica Veterinaria**, Autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Loja a mostrar, con fines académicos, 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 que la Universidad tiene convenio.

La Universidad Nacional de Loja no se hace responsable por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular realizado por un tercero.

Para prueba de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de mayo de dos mil veinticuatro.

Firma: 

Autora: Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín

Identificación: 0750052094

Dirección: Esteban Godoy

Correo electrónico: nathaly.feijoo@unl.edu.ec

Teléfono: 0984223949

INFORMACIÓN ADICIONAL:

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

Dedicatoria

A Dios, mi Salvador, mi protector, mi amigo, mi inspiración, mi fortaleza y constante guía en este camino académico. A mis padres, Segundo Feijoo y Martha Sanmartín, por su amor incondicional y sacrificio. Su apoyo constante y sus oraciones han sido un regalo invaluable que me ha sostenido en los momentos más complejos. A mis hermanas, Maithe y Amy, mis tíos, especialmente Diana Sanmartín y Carmen Feijoo, a mis primos, a mis amigos quienes han sido una fuente de ánimo, risas y apoyo incondicional. A mi querida iglesia IPUIE, quienes me han rodeado con amor, aliento y oraciones a lo largo de esta travesía. La bendición de tenerlos a mi lado ha hecho que este viaje sea aún más significativo. A todos aquellos que han creído en mí. Les agradezco de corazón.

Con mucho amor y cariño

Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín

Agradecimiento

A Dios quien ha sido mi guía y mi constante refugio, a mis padres y hermanas quienes son mi fuente de inspiración. A mi familia y amigos por su amor y apoyo durante este proceso, por brindarme los recursos y las oportunidades necesarias para perseguir mis metas. Completar este viaje no habría sido posible sin ustedes. A la majestuosa Universidad Nacional de Loja, a la Facultad de Agricultura y Recursos Naturales Renovables y a la Carrera de Medicina Veterinaria por darme la invaluable oportunidad de continuar mi educación superior. En especial al Dr. Rodrigo Abad, director de este Trabajo de Integración Curricular, brindarme por su dirección y sus conocimientos para culminar con este trabajo. A mis respetados docentes, Ing. Beatriz Guerrero, Dra. Rocío Herrera, Dr. Luis Aguirre y Dr. Galo Escudero, por su apoyo incondicional en la preparación de este trabajo. Y mi agradecimiento es también para todos los docentes que tuve el privilegio de conocer, quienes me impartieron sus valores, conocimientos y experiencias, contribuyendo a mi desarrollo personal y profesional.

Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico.....	6
4.1. Sistema Digestivo del cuy	6
4.2. Fermentación cecal	7
4.2.1. Factores que afectan a la fermentación cecal	7
4.3. Indicadores de fermentación cecal	8
4.3.1. pH cecal	8
4.3.2. Peso del ciego	9
4.4. Fibra.....	9
4.4.1. Fibra detergente neutra (FDN)	9
4.4.2. Fibra ácido detergente (FDA)	10
4.5. Importancia de la fibra en la alimentación de los cuyes.....	10
4.5.1. Composición fisicoquímica de la fibra	11
5. Metodología.....	13
5.1. Base de datos	13
5.2. Análisis estadístico	15

6. Resultados	16
6.1. Análisis de correlación de Pearson.....	16
6.2. Regresión lineal.....	18
7. Discusión	23
8. Conclusiones	27
9. Recomendaciones	28
10. Bibliografía	29
11. Anexos	34

Índice de Tablas

Tabla 1. Base de datos.....	13
Tabla 2. Indicadores de parámetros digestivos y composición química de las dietas.....	17
Tabla 3. Factores que afectan al peso relativo del ciego.	18
Tabla 4. Factores que afectan al pH cecal.	20

Índice de Figuras

Figura 1. Relaciones entre las dietas y el peso relativo de los ciegos.	19
Figura 2. Relaciones entre la EE dietética y el peso relativo de los ciegos.	20
Figura 3. Relaciones entre las dietas FND y el pH cecal.	20
Figura 4. Relaciones entre la EE dietética y el pH cecal.....	22

Índice de anexos

Anexo 1. Muestras de heces y alimento.	34
Anexo 2. Bolsas cero Cenizas.	34
Anexo 3. Pesaje de las muestras.	35
Anexo 4. Análisis de fibra detergente neutra y fibra ácido detergente Equipo ANKOM 200 Fiber Analyze.	35
Anexo 5. Colocación de las muestras en el equipo de fibras.	36
Anexo 6. Análisis de lignina detergente ácida, utilizando el equipo ANKOM Daisyll Incubator.	36
Anexo 7. Procedimiento Mixed del pH cecal en relación con la fibra neutro detergente (FDN).	37
Anexo 8. Procedimiento Mixed del peso relativo del ciego en relación con el extracto etéreo (EE). ...	38
Anexo 9. Procedimiento Mixed del peso relativo del ciego en relación con la fibra neutro detergente (FDN).	39
Anexo 10. Certificado de traducción de inglés.	40

1. Título

Metaanálisis sobre los principales factores asociados a la fermentación cecal en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento.

2. Resumen

La fermentación cecal es una función metabólica central en cuyes, desempeñando un papel fundamental en su fisiología digestiva y bienestar general. El presente metaanálisis se enfoca en identificar los principales factores que afectan la fermentación cecal en cuyes en crecimiento, a partir de datos recopilados de 11 ensayos y 56 tratamientos dietéticos, los cuales se introdujeron en una base de datos. Se realizó un análisis estadístico de correlación para estudiar las relaciones lineales entre las características de la fermentación cecal, la composición química y el valor nutricional de las dietas. El análisis de los datos reunidos en la base de datos se llevó a cabo mediante un metaanálisis estadístico, utilizando el procedimiento MIXED de SAS. Se encontró una relación significativa y positiva entre el peso relativo del ciego y la FDN de la dieta ($P < 0,05$), así como con el EE de la dieta ($P < 0,05$). Sin embargo, el pH cecal, solo muestra una relación significativa con el EE ($P < 0,05$), indicando una influencia directa de estos componente en la funcionalidad digestiva. La composición de la dieta, especialmente el contenido de EE, influye significativamente en el pH cecal de los cuyes, destacando la importancia de este factor en la salud digestiva de estos animales. Además, tanto el contenido de FDN como el EE en la dieta ejercen una influencia determinante en el peso relativo del ciego en cuyes, lo que resalta la importancia crítica de una dieta adecuada para mantener una óptima funcionalidad digestiva en esta especie.

Palabras clave: pH ciego, fibra, microbiota, composición química.

Abstract

Cecal fermentation is a central metabolic function in guinea pigs, playing a fundamental role in their digestive physiology and general well-being. The present meta-analysis focuses on identifying the main factors affecting cecal fermentation in growing guinea pigs, based on data collected from 11 trials and 56 dietary treatments, which were entered into a database. A statistical correlation analysis was performed to study the linear relationships between cecal fermentation characteristics, chemical composition, and nutritional value of the diets. The analysis of the data collected in the database was carried out by statistical meta-analysis, using the MIXED procedure of SAS. A significant and positive relationship was found between the relative weight of the cecum and dietary NDF ($P < 0.05$), as well as with dietary EE ($P < 0.05$). However, cecal pH showed no significant relationship with dietary NDF ($P > 0.05$), but with EE ($P < 0.05$), indicating a direct influence of this component on digestive health ($P < 0.05$). The composition of the diet, especially the EE content, significantly influences the cecal pH of guinea pigs, highlighting the importance of this factor in the digestive health of these animals. Además, tanto el contenido de FDN como el EE en la dieta ejercen una influencia determinante en el peso relativo del ciego en cuyes, lo que resalta la importancia crítica de una dieta adecuada para mantener una óptima salud digestiva en esta especie.

Key words: blind pH, fiber, microbiota, chemical composition.

3. Introducción

La fermentación cecal en cuyes (*Cavia porcellus*) es un proceso metabólico importante en su sistema digestivo y juega un papel importante en la adquisición nutricional y la salud general del animal. Puesto que la producción de cuyes se ha convertido en una actividad habitual en algunos países debido al bajo costo de mantención que requiere. La comprensión de los factores que influyen en este proceso fermentativo se ha convertido cada vez más importante para optimizar el rendimiento y bienestar de estos animales (Chauca, 1997).

El proceso de fermentación cecal sucede a nivel del ciego, este es un órgano de gran tamaño representa el 15% del peso con respecto a su peso total. Este aloja flora bacteriana, por lo general son bacterias grampositivas las que descomponen la fibra y sustratos fermentables concurrencias en la dieta. Estos microorganismos sintetizan AGV, vitaminas y aminoácidos, productos metabólicos beneficiosos que posteriormente son absorbidos por el animal para mantener sus funciones fisiológicas (Gómez y Vergara, 1993). Además, estos animales realizan la coprofagia y a través de ella, estos microorganismos pueden ayudar a cubrir los requerimientos nutricionales mediante la reutilización del nitrógeno (Chauca, 1997).

Incluso, investigaciones recientes han descubierto que una dieta alta en fibra y baja en proteínas promueve la fermentación cecal, produciendo así más AGV y promoviendo un mejor crecimiento en los cuyes (Vivas, 2018). Además, se ha evidenciado que factores como la edad y el peso corporal también afectan la actividad fermentativa del ciego, siendo los animales más jóvenes los que muestran una mayor producción de AGV y un mejor crecimiento (Vivas, 2018).

Sin embargo, la falta de comprensión de los factores influyentes en la fermentación cecal plantea desafíos importantes en la salud y el rendimiento de los cuyes. Una fermentación cecal deficiente puede conducir a trastornos digestivos graves, como fermentación cecal incompleta, producción excesiva de gases, acidosis cecal y crecimiento descontrolado de bacterias patógenas (Espín *et al.*, 2004; Chauca y Zaldívar, 1974).

La fermentación cecal es primordial para el correcto rendimiento productivo de los cuyes, la cual está directamente relacionada con la calidad y composición de la dieta suministrada. Un déficit de fibra fermentable o un desequilibrio nutricional pueden afectar negativamente a este proceso, comprometiendo funcionalidad fermentativa del animal (Sánchez *et al.*, 2009; Chauca y Zaldívar, 1974).

Por esta razón, es necesario identificar los principales factores asociados a la fermentación cecal en cobayas en crecimiento. El presente trabajo propone un metaanálisis, con el objetivo de:

- Determinar los factores nutricionales que afectan el pH cecal.
- Determinar los factores nutricionales que afectan el peso del ciego.

Este enfoque proporcionará una comprensión profunda de la fermentación cecal en la cría de cuyes e información valiosa para la formulación de la dieta y el manejo adecuado de las condiciones ambientales en las instalaciones de cría. La realización de este metaanálisis no solo contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la cunicultura, sino que también ofrecerá una base sólida para la toma de decisiones informadas en la industria. La identificación de patrones consistentes y la determinación de la magnitud de los efectos de los diferentes factores darán cabida a estrategias nutricionales y de manejo más efectivas, promoviendo la salud y el rendimiento óptimo de los cuyes en crecimiento y contribuyendo al desarrollo de estrategias de manejo y nutrición animal más efectivas en entornos de producción animal.

4. Marco Teórico

4.1. Sistema Digestivo del cuy

Según Revollo (2010), el sistema digestivo del cuy comprende: cavidad bucal, faringe, esófago, estómago (segrega ácido clorhídrico), intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), intestino grueso (ciego, colon y ano) y las glándulas accesorias (páncreas, hígado y la vesícula biliar) que ayudan a la digestión.

El cuy es un herbívoro monogástrico, clasificado como fermentador postgástrico según su anatomía gastrointestinal (Solorzano, 2014). Posee dos tipos de digestión, una enzimática a nivel del estómago y una bacteriana a nivel del ciego donde se ejecuta la fermentación de los alimentos fibrosos (Van Soest, 1991).

Este animal presenta un ciego funcional más especializado que el conejo (Chauca, 1997), el cual es un órgano de gran tamaño, representando el 15% del peso total y puede contener hasta el 65% del contenido gastrointestinal. Esta parte del intestino grueso permite la comunicación con el íleon y el colon, fundamental para la fermentación microbiana y la absorción de nutrientes. El organismo más común en esta porción digestiva son los lactobacilos anaerobios según Hargaden (2012).

La presencia de una gran cantidad de flora bacteriana produce una fermentación rápida del alimento fibroso. Sin embargo, los microorganismos necesitan más tiempo del que el alimento permanece en el sistema para multiplicarse. Este problema se remedia parcialmente por mecanismos que prolongan su permanencia y promueven la desintegración sustancial de los carbohidratos, lo que conlleva a la absorción de energía en forma de AGV. En cuyes, la fermentación del alimento ocurre a nivel del ciego y colon proximal, siendo en cuyes aproximadamente un 66%, 51% en conejos, en vacunos 75% y en ovinos 83% (Gómez y Vergara, 1993).

En el intestino grueso, además de la digestión de la celulosa, también ocurre la acción bacteriana y la absorción de pocos nutrientes. La celulosa, presente en la dieta, se descompone mediante la actividad en el ciego, lo que conduce a una eficiente utilización de la fibra. En el ciego, los principales organismos son: bacterias grampositivas, que sintetizan AGV; proteínas microbianas y vitaminas del grupo B. Estos microorganismos pueden ayudar a satisfacer los requerimientos nutricionales de los cuyes a través de la reutilización del nitrógeno a través de

la coprofagia (Gómez y Vergara, 1993). Al término del proceso digestivo, los residuos son transportados al recto y posteriormente eliminados a través del ano.

El paso del alimento por el ciego es gradual, pudiendo permanecer en él unas 48 horas. La acción de este órgano depende de la composición de la ración y se ha observado que la presencia de la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal, lo que favorece en la absorción de nutrientes (Chauca, 1997).

4.2. Fermentación cecal

Es un proceso de fermentación anaeróbica que ocurre en el ciego de los cobayos y otros animales herbívoros no rumiantes (Frías *et al.*, 2023). En la fermentación cecal, los alimentos parcialmente digeridos, especialmente la fibra y otros componentes vegetales que no se han descompuesto completamente en el intestino delgado, están sujetos a la acción de microorganismos, como bacterias y protozoos, que se encuentran en el ciego. Estos microorganismos realizan una mayor descomposición de los materiales vegetales, liberando productos finales de fermentación como ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente ácidos acético, propiónico y butírico, gases (metano y dióxido de carbono) y otras sustancias (De Cubellis, y Graham, J. 2013; Sakaguchi, 2003).

La fermentación bacteriana en el ciego no solo descompone la fibra, sino que también contribuye a la síntesis de ácidos grasos volátiles, proteínas microbianas y vitaminas B, nutrientes esenciales para mantener la salud y satisfacer sus necesidades nutricionales (Gómez *et al.*, 1993; Espín, L. *et al.*, 2004).

Diversos microorganismos habitan en el ciego, incluidas las bacterias beneficiosas. Conservar un equilibrio adecuado en la microbiota es esencial para la salud fermentativa del animal y evita la proliferación de bacterias perjudiciales. Algunos animales practican la cecotrofia y la coprofagia para reutilizar el nitrógeno no absorbido, cerrando eficientemente el ciclo de nutrientes (López, 2013).

4.2.1. Factores que afectan a la fermentación cecal

La fermentación cecal se encuentra influenciada por diversos factores, entre ellos los factores nutricionales, ambiente y fisiológicos (Gómez *et al.*, 1993; Ramón. 2017; García. 2002). La composición de la dieta, incluyendo el contenido de fibra, proteínas, carbohidratos y grasas, desempeñan un gran papel en la fermentación cecal. Por ejemplo, una dieta alta en fibra

puede promover una fermentación más activa en el ciego (Takamitsu, *et al.*, 2000; Kiyonori, *et al.*, 2014; Castro, *et al.*, 2016).

Los factores ambientales también pueden afectar la fermentación cecal. Las condiciones como la temperatura y la humedad pueden influir en la actividad metabólica del microbiota cecal (Ramón. 2017). Unas temperaturas más cálidas pueden favorecer una mayor actividad metabólica y, por lo tanto, una fermentación cecal más eficiente. Además, la humedad ambiental puede influir en la disponibilidad de agua para la fermentación microbiana en el ciego (Ramón. 2017). Como lo menciona Ramón (2017), una ventilación adecuada en las instalaciones de cría puede ayudar a controlar la concentración de gases en el ambiente propicio para la fermentación cecal. Asimismo, la calidad del aire, la presencia de contaminantes y la ventilación adecuada en las instalaciones pueden influir en la salud y actividad microbiana (Ramón. 2017).

La actividad enzimática y la composición de la microbiota cecal también son importantes para la fermentación cecal. La presencia y actividad de enzimas en el ciego, como enzimas amilolíticas y celulíticas, así como la diversidad y composición de la microbiota del ciego son factores determinantes (García. 2002; Santos. *et al.*, 2011). Además, la interacción de la dieta, la mucosa intestinal y el microbiota juega un papel crucial en la fermentación cecal. La solubilización de la fibra en el intestino delgado y la cantidad de fibra total que desaparece antes de llegar al ciego, afecta el pH y la fermentación del ciego (Gómez *et al.*, 1993). Los niveles crecientes de fibra soluble en relación con la fibra total en la dieta pueden influir en los niveles de pH cecal y la fermentación (Gómez *et al.*, 1993).

4.3. Indicadores de fermentación cecal

4.3.1. pH cecal

El nivel de acidez o alcalinidad en el ciego del cuy es muy importante porque puede influir en la fermentación y la digestión de la fibra en la dieta alimenticia (Guevara *et al.*, 2021). De esta forma García *et al.*, (2019) investigaron específicamente la actividad de las enzimas hidrolíticas en la región cecal del cuy, revelando que el pH óptimo para la actividad amilolítica está en el rango de 6,0 a 6,5, mientras que para la actividad celulítica, proteolítica y lipolítica, el pH óptimo fluctúa entre 5,5 y 6,01. Mantener los cambios de pH cecal adecuados es esencial para garantizar una fermentación cecal eficaz. Además, la variabilidad del pH cecal, influenciada por diversos factores como la dieta, la edad y el estado de salud del animal, es reconocida como un

aspecto crucial a considerar para un manejo óptimo de la fermentación cecal (Guevara. *et al.*, 2021; De Cuyper. *et al.*, 2022).

Así mismo, Guevara *et al.*, (2021) destacan que el pH afecta la actividad enzimática, lo que a su vez afecta significativamente la capacidad del animal para realizar una digestión y absorción adecuadas de nutrientes.

4.3.2. Peso del ciego

El ciego es la parte del intestino grueso donde ocurre la fermentación microbiana en cuyes y otros animales herbívoros (Hugo, 2023). Un mayor peso del ciego podría estar asociado con una mayor población de microorganismos fermentadores, lo que sugiere una fermentación más activa de los sustratos alimenticios, como la fibra (Hugo, 2023; Suarez-Beloch *et al.* 2013). Esto puede ser beneficioso para la salud y el rendimiento del animal, ya que una fermentación cecal eficiente contribuye a una mejor digestión y absorción de nutrientes (Suarez-Beloch *et al.*, 2013).

4.4. Fibra

Soest y Wine, (1967), definen a la fibra como la materia vegetal insoluble que no es digerible por las enzimas proteolíticas y diastásicas, y que solo puede ser utilizada por la fermentación microbiana en el tracto gastrointestinal de los animales. Por lo general, representa del 30 al 80 % de la materia orgánica en los cultivos forrajeros, mientras que el resto de la materia orgánica, conocida como células solubles, es altamente digerible.

El término fibra se refiere a los componentes fibrosos de la pared celular, los cuales incluyen estructuras complejas como la hemicelulosa, celulosa y lignina, siendo estos sus principales constituyentes (García *et al.*, 2008). Los carbohidratos presentes en la materia seca de los alimentos se dividen en dos fracciones: la FDA compuesta por celulosa y lignina, y la FDN que es la suma de FDA más hemicelulosa (Van Soest, 1982).

4.4.1. Fibra detergente neutra (FDN)

Como lo mencionan Guevara *et al.*, (2021), es una medida utilizada para evaluar la cantidad de fibra presente en la alimentación animal; también se refiere a la fracción de materia vegetal resistente a la degradación por los ácidos neutros y detergentes utilizados en el análisis. Esta fracción incluye principalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, componentes de la pared celular vegetal. La FDN es un indicador útil de la cantidad de fibra estructural presente en el

alimento y es particularmente relevante en las dietas de cobayos y otros pequeños rumiantes (Jave, 2014; García, 2019).

Dada la importancia de la fibra en los piensos de los cuyes y su impacto en la fermentación cecal, es importante explorar cómo se evalúa y se mide este componente vital en las dietas. En este sentido, dos métricas específicas, FDN y FDA, se destacan como indicadores clave, proporcionando información sobre la cantidad de fibra estructural, la calidad y la posible influencia en la fermentación cecal y la salud digestiva de los cuyes.

4.4.2. Fibra ácido detergente (FDA)

De Blas *et al.*, (2006), ha definido la FDA como una fracción de la fibra dietética que se utiliza para evaluar la cantidad de fibra estructural en los alimentos o dietas para animales. Esto incluye componentes de la pared celular de la planta que son resistentes a la degradación por ácido sulfúrico y detergentes ácidos. Se compone principalmente de celulosa, lignina y una pequeña cantidad de hemicelulosas (García, 2019).

La FDA es una medida esencial para evaluar la calidad de la fibra presente en la dieta, ya que refleja la cantidad de fibra que puede estar disponible para la fermentación cecal y ruminal en el caso de otros animales rumiantes (De Blas *et al.*, 2006; Guevara *et al.*, 2021).

4.5. Importancia de la fibra en la alimentación de los cuyes

La importancia de la fibra radica en su capacidad para controlar la velocidad de paso de la digesta y la funcionalidad de la mucosa intestinal, y su papel como sustrato del microbiota, como lo mencionan Gidenne *et al.*, (1993). Además, por la capacidad ingestiva de los cuyes y porque la inclusión de fibra es esencial para ayudar a la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del sistema gastrointestinal (Chauca, 1997). Generalmente, los niveles de fibra en los concentrados destinados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 %, y su aporte se deriva del consumo de forrajes esenciales para la alimentación, según lo señala Chauca, (1997).

La fibra, además de ser importante por su capacidad de digestión, se destaca también por su papel en la producción de flora bacteriana en el ciego, que sirve como reserva de nutrientes adicionales (De Zaldívar, 2019). En comparación con los conejos, los cuyes muestran un tiempo de retención de solutos más corto y una mayor capacidad de llenado de materia seca, lo que destaca la importancia de la fibra en su dieta (Franz *et al.*, 2011).

La falta de fibra puede provocar problemas de motilidad intestinal, alteraciones en el pH del ciego y trastornos en la velocidad de fermentación, lo que resulta en complicaciones digestivas (Franz *et al.*, 2011). Estudios previos, como el de Booth, Elvehjem y Hart (1949), han reportado bajas tasas de crecimiento en cobayas alimentados con dietas sintéticas carentes de fibra (1,9 g/día). Se recomienda que la ingesta de fibra en la dieta de los cuyes no sea inferior al 18% (Chauca, 1997). Una dieta con 30% a 35% de FDA y FC puede beneficiar la salud intestinal, promoviendo una tasa lenta de tránsito intestinal, reduciendo la ingesta y disminuyendo el contenido de materia seca en las heces. Esto facilita el desarrollo de la población microbiana intestinal (Rodríguez *et al.*, 1998).

4.5.1. Composición fisicoquímica de la fibra

4.5.1.1. Celulosa. La celulosa, el principal constituyente de las plantas, comprende moléculas de glucosa unidas por enlaces de tipo B. Está presente en cantidades más significativas que la hemicelulosa, que no es precursora ni derivada. Su unidad estructural básica es la celobiosa (Van Soest, 1982). La celulosa es un polímero de glucosa no ramificado que puede absorber grandes volúmenes de agua. Sólo el 43% de la celulosa puede ser digerida por la flora bacteriana del intestino (Giovannetti, 1982). Tal como lo menciona Chauca (1997), la presencia de la celulosa en la dieta permite que los movimientos del contenido intestinal sean más lentos, facilitando una absorción de nutrientes más eficiente.

4.5.1.2. Hemicelulosa. Es un grupo de polisacáridos solubles con un menor grado de polimerización que la celulosa. En animales monogástricos, la hemicelulosa suele ser más digerible que la celulosa; sin embargo, en rumiantes, la celulosa suele ser más digerible que la hemicelulosa (Meza *et al.*, 2014). Es importante recalcar que, en los forrajes, la unidad estructural básica es la xilosa; otros alimentos pueden ser manosa o galactosa (Van Soest, 1982).

4.5.1.3. Lignina Ácido Detergente (LDA). La lignina no es un carbohidrato, sin embargo, está estrechamente relacionado con la celulosa y la hemicelulosa. Este polímero fenólico robusto y resistente, forma parte de la pared celular de las plantas, especialmente en los tejidos leñosos como tallos y hojas. Es uno de los principales componentes de la fracción estructural de la fibra en la dieta de los animales (Chávez *et al.*, 2013; Johanning *et al.*, 1984).

Aunque no interviene directamente en la fermentación cecal, su presencia puede afectar a la accesibilidad de enzimas y microorganismos a los nutrientes de la fibra, limitando su

digestibilidad. Una fibra con un mayor contenido de lignina puede ser menos fermentable que las fibras más tiernas (Chávez *et al.*, 2013; Johanning *et al.*, 1984).

La lignina puede influir en la densidad energética de la dieta a través de su impacto en la composición de la fibra; al limitar la fermentación de la fibra, puede afectar a la producción de ácidos grasos de cadena corta, una fuente esencial de energía derivada de la fermentación cecal. Por lo tanto, el contenido de lignina puede ser un factor para considerar a la hora de establecer dietas para cuyes. Al seleccionar fuentes de fibra con niveles adecuados de fermentabilidad, se puede promover una fermentación cecal más eficiente y apoyar la salud digestiva de los cuyes (Chávez *et al.*, 2013).

5. Metodología

5.1. Base de datos

Se construyó una base de datos a partir de dos ensayos realizados en el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Nutrición Animal (CIDiNA), que incluyeron valores de pH cecal, peso del ciego y del estómago, la composición química de la dieta (sobre la base de MS) y la digestibilidad aparente de nutrientes. También, se recolectaron publicaciones de revistas de alto impacto y se realizó la búsqueda de publicaciones en bases de datos como *Scopus*, *Google Scholar* y *Web of Science*, utilizando palabras clave como "pH cecal", "cuy", "fermentación", "tratamiento dietético". La búsqueda se realizó tanto en español como en inglés para asegurar la inclusión de estudios relevantes.

Se introdujeron en la base de datos un total de 11 ensayos que comprendían 56 tratamientos dietéticos (Tabla 1). La información completa de las características cecales estuvo disponible para 13 dietas (ensayo A, B y C). Los datos se obtuvieron en animales en crecimiento.

Debido a que los datos estaban desequilibrados con respecto a la integridad de los datos de las variables, se realizó un metaanálisis basado en los datos disponibles para las variables individuales.

Tabla 1. Base de datos.

Ensayo	Tema	Dietas	Fuente de fibra	Variables
A	Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón sobre el rendimiento productivo, el comportamiento ingerido y el peso de los órganos digestivos de cobayas (<i>Cavia porcellus</i>) (Paredes <i>et al.</i> , 2021).	A. 40F/5A B. 35F/10A C. 30F/15A D. 25F/20A E. 20F/25A	Heno de Alfalfa	FDN Almidón Rendimiento productivo. Comportamiento ingestivo. Peso de los órganos.
B	CIDiNA 1. Inclusión de diferentes dietas de maralfalfa. (Puglla, 2023; Guamán, 2023).	A. 0% B. 2% C. 16% D. 31%	Maralfalfa	Digestibilidad de PC, FDN, FDA, LDA, EE, y parámetros digestivos (peso del ciego, pH cecal).

C	CIDiNA 2. Inclusión de diferentes niveles de lignocelulosa en dietas de cuyes (Bastidas, 2024).	A. 0% B. 3% C. 8% D. 12%	Paja de arroz, King grass	Digestibilidad de PC, FDN, FDA, LDA, EE, y parámetros digestivos (peso del ciego, pH cecal).
D	Evaluación del comportamiento productivo de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloques nutricionales a base de paja de cebada y alfarina (Calderón y Cazares 2008).	A. (10PC/12), B. (10PC/14), C. (10PC/16), D. (13PC/12), E. (13PC/14), F. (13PC/16), G. (16PC/12), H. (16PC/14), I. (16PC/12), J. (B. Comercial), K. (Alfalfa).	Paja de cebada, alfarina.	Peso de los animales al inicio y al final, Consumo promedio de bloque nutricional, Ganancia media de peso, Índice de conversión alimenticia, Digestibilidad aparente.
E	Evaluación del polvillo de arroz como sustituto del trigo en la etapa de crecimiento-engorde en cuyes (Ruiz, 2007).	A. 0% B. 7,5% C. 12,5% D. 25% E. 50%	Rastrojos de brócoli	Ganancia de peso, consumo de alimento, rendimiento de cáscara.
F	Digestión del bambú en comparación con ray grass y la alfalfa en un pequeño herbívoro fermentador del intestino posterior, el cuy (De Cuyper, <i>et al.</i> , 2022).	A. Grass fresco B. Grass seco C. Alfalfa fresca D. Alfalfa seca E. Bambú fresco F. Bambú seco	Grass, alfalfa y bambú.	Fermentación cecal, FDN, FDA, LDA.
G	Efecto de la alimentación con pulpa de café (<i>Coffea arabica</i>) sobre los índices de producción de cuyes Raza Perú (Yoplac, <i>et al.</i> , 2017).	A. 0% B. 5% C. 15% D. 25% E. 35%	Pulpa de café, alfalfa	Efecto de la harina de pulpa de café
H	La inclusión del bagazo de caña en la ración de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) de crecimiento (Toro, <i>et al.</i> , 2017).	A. 5% B. 10% C. 15% D. 0%	Bagazo de caña	Peso inicial, final y ganancia, conversión Alimenticia y consumo alimentario.
I	Sistemas de alimentación mixtos e integrales en la etapa de crecimiento de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) de las razas Perú, andina e inti (Reynaga, 2018).	A. IA+RP B. IA+RA C. IA+RI D. AM+RP. E. AM+RA. F. AM+RI	Maíz Chala	Ganancia de peso, ingesta de alimento, conversión alimenticia y costos.
J	Evaluación de diferentes niveles de fibra en la digestibilidad de cuyes	A. 8% B. 11% C. 14%	Chileno, paja de arroz.	Digestibilidad de MS, MO, PC y FC.

	(<i>Cavia porcellus</i>) (Estrella, 2022).	D. 17%		
K	Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) (Cuibin, <i>et al.</i> 2020).	A. ST B. ST+HK	Kudzu	Coefficiente de digestibilidad y energía digestible.

5.2. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de correlación para estudiar las relaciones lineales entre las características de la fermentación cecal, la composición química y el valor nutricional de las dietas. El análisis de los datos reunidos en la base de datos se llevó a cabo mediante un metaanálisis estadístico (St-Pierre, 2001; Sauvant *et al.*, 2008). Utilizando el procedimiento MIXED de SAS (versión 9.2, SAS Institute Inc., 2008), se obtuvo el siguiente modelo aplicado:

$$Y_{ij} = B_0 + B_1 X_{ij} + s_i + b_{1i} X_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable dependiente,

B₀ = intercepto general en todos los experimentos (efecto fijo),

B₁ = lineal coeficiente de regresión de Y sobre X (efecto fijo),

X_{ij} = valor de la variable predictora continua (dieta),

s_i = efecto aleatorio de experimento i (estudio).

b_{1i} = efecto aleatorio del experimento i sobre el coeficiente de regresión de Y sobre X en el experimento I).

6. Resultados

6.1. Análisis de correlación de Pearson

Para evaluar los factores que influyen en la eficiencia de la fermentación cecal, se llevó a cabo un análisis de correlación. La correlación permite comprender la dirección y la magnitud de la tendencia entre dos variables. El signo indica si la relación es positiva (ambas aumentan juntas), negativa (una sube mientras que la otra baja) o nula (no hay una tendencia clara). Por su parte, la magnitud representada por el coeficiente de Pearson que varía entre -1 y 1, indica la fuerza de la relación. Cuanto más cerca esté el valor de los extremos del intervalo -1 o 1, más fuerte será la correlación. En cambio, un valor cercano a 0 indica una correlación débil (Camacho, 2008).

En la Tabla 2 se presentan los coeficientes de correlación (Pearson) entre las variables de parámetros digestivos y composición química de las dietas para determinar los factores clave que influyen en la fermentación cecal.

Tabla 2. Indicadores de parámetros digestivos y composición química de las dietas.

	ED	PC	FDN	FDA	LDA	EE	Ceniza	Peso del ciego	Peso relativo del ciego	Peso de Est.	PRE	pH cecal	pH Est.
ED	1,000	-0,727	-0,450	.....	.....	-0,215	-0,282	-0,335	-0,309	-0,065	0,038	.....	.....
PC		1,000	-0,446	-0,378	0,343	-0,013	0,189	-0,288	-0,672	0,564	0,595	0,446	0,008
FDN			1,000	0,841	0,894	-0,570	-0,640	-0,039	-0,407	0,120	0,695	0,534	0,047
FDA				1,000	0,904	-0,709	-0,580	0,209	-0,431	0,089	0,712	0,506	0,075
LDA					1,000	-0,249	-0,754	-0,341	-0,546	0,746	0,680	0,514	-0,013
EE						1,000	0,472	-0,098	0,539	0,077	-0,282	-0,093	0,007
Ceniza							1,000	0,119	0,529	-0,160	-0,422	-0,450	0,156
Peso del ciego								1,000	0,775	-0,406	-0,550	-0,354	0,172
Peso relativo del ciego									1,000	-0,631	-0,570	-0,398	0,107
Peso de est.										1,000	0,879	0,534	0,178
PRE											1,000	0,514	0,258
pH cecal												1,000	0,056
pH Est.													1,000

Los valores de r en negrita son significativos (P<0.05).

El análisis de correlación destaca relaciones significativas entre las variables indicativas de parámetros digestivos y la composición química de la dieta. Se observó una débil correlación negativa entre la variable FDN y el peso relativo del ciego con un coeficiente de -0,407. Este hallazgo se replica en el caso de la variable FDA, donde se observa un comportamiento similar con una correlación de -0,431. Por otro lado, la LDA muestra una correlación negativa robusta con el Peso relativo del ciego, alcanzando un coeficiente de -0,546. Asimismo, se observó una fuerte correlación positiva entre las variables EE y peso relativo del ciego, mostrando un coeficiente de 0,539.

En lo que respecta al pH cecal, existe una fuerte correlación positiva entre con la variable FDN, la cual muestra un coeficiente de 0,534. El mismo patrón se observa entre las variables FDA y LDA con coeficientes de 0,506 y 0,514 respectivamente. Las correlaciones mencionadas son significativas con un 95% de confianza ($p < 0.05$).

6.2. Regresión lineal

En la tabla 3 y 4 se presenta las regresiones entre los factores que influyen en el peso relativo del ciego y el pH cecal de los cuyes. Este análisis permitió definir la gráfica de la línea de regresión y la estimación de los parámetros para la elaboración de los modelos de predicción de las variables en estudio. Cada modelo de regresión incluye el intercepto, le pendiente, la desviación estándar del error y el valor de p asociado.

Los coeficientes de pendiente e intercepto representan la relación cuantitativa entre las variables predictoras y la variable de respuesta. El intercepto muestra el valor esperado de la variable respuesta cuando todas las variables predictoras son iguales a cero, y la pendiente indica cómo varía la variable de respuesta por cada cambio unitario en la variable predictora. Los valores de p asociados a estos coeficientes indican si la relación entre las variables es estadísticamente significativa (Camacho, 2008).

Tabla 3. Factores que afectan al peso relativos del ciego.

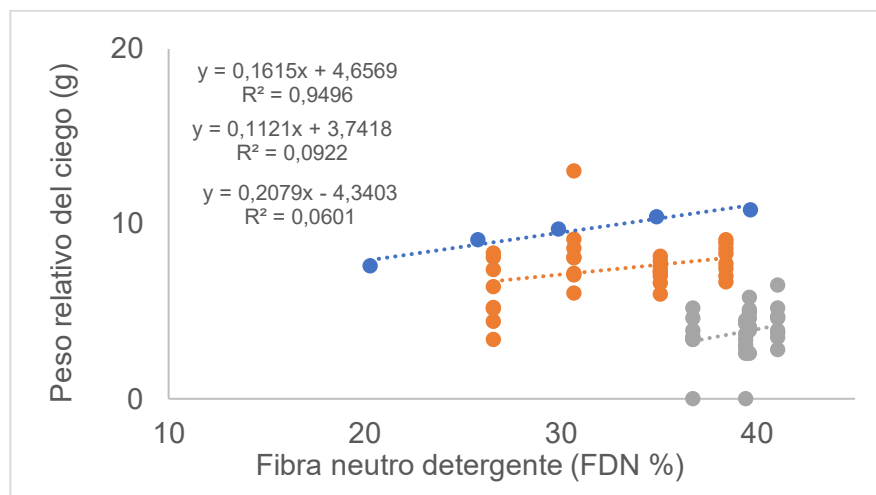
Modelo	Intercepto	Pendiente	RSD	P valor
FND	2,59 ± 2.55	0,126 ± 0,0464.FDN	2,05	0,008
FDA	3,69 ± 2.39	0,105 ± 0,0630.FDA	2,24	0,099
LDA	4,62 ± 2.27	0,365 ± 0,2724.LDA	2,28	0,184
EE	2,05 ± 2.21	0,478 ± 0,2136.EE	2,19	0,029
PC	12,17 ± 9.99	- 0,291 ± 0,5422.PC	2,31	0,592
Cenizas	6,42 ± 2.53	- 0,070 ± 0,1444.Cenizas	2,34	0,626

RSD: Desviación estándar del error.

El análisis de regresión muestra una relación significativa y positiva entre el peso relativo del ciego y la FDN de la dieta, con un intercepto de 2.59, una pendiente de 0,126 y un p valor de 0,008 ($P < 0,05$). Asimismo, se observa una relación significativa y positiva entre el peso relativo del ciego y el EE de la dieta, con un intercepto de 2,05 y una pendiente de 0,478 con un p valor de 0,029 ($P < 0,05$) (Tabla 3; Figura 1 y 2).

En lo que respecta al % de FDA, aunque la pendiente no es significativamente diferente de cero, el intercepto sugiere una posible relación positiva, el mismo hallazgo ocurre con la LDA, la PC y las cenizas ($P > 0,05$).

A.



B.

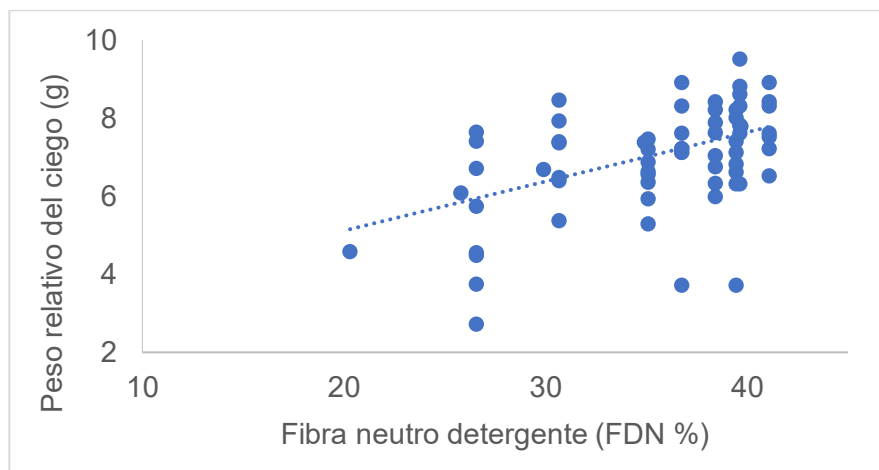


Figura 1. Relaciones entre las dietas de la FDN (%) de la dieta y el peso relativo del ciego (g). **(A)** Observaciones originales trazadas con la línea de regresión media para cada estudio (● Ensayo A; ● Ensayo B y ● Ensayo C). **(B)** Observaciones ajustadas por el efecto del estudio trazadas con la línea de regresión media entre los estudios.

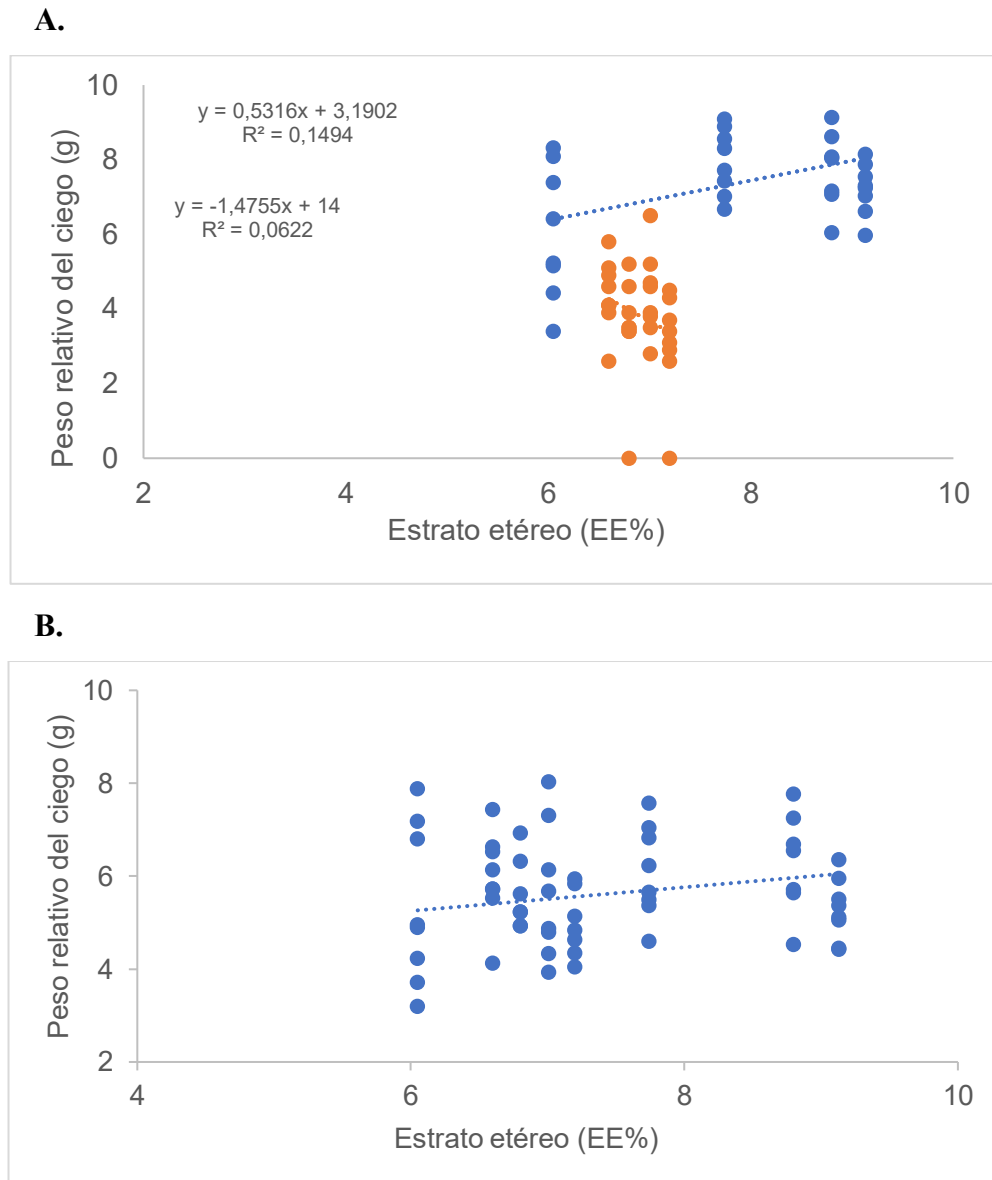


Figura 2. Relaciones entre el % de EE en la dieta y el peso relativo del ciego (g). (A) Observaciones originales trazadas con la línea de regresión media para cada estudio (●Ensayo B y ●Ensayo C). (B) Observaciones ajustadas por el efecto del estudio trazadas con la línea de regresión media entre los estudios.

Tabla 4. Factores que afectan al pH cecal.

Modelo	Intercepto	Pendiente	RSD	P valor
FND	5,28 ± 0,61	0,031 ± 0,0159.FDN	0,19	0,059
FDA	5,87 ± 0,41	0,027 ± 0,0182.FDA	0,19	0,137
LDA	6,18 ± 0,34	0,069 ± 0,0782.LDA	0,19	0,375
EE	5,26 ± 0,60	0,148 ± 0,0615.EE	0,18	0,018
PC	9,93 ± 2,92	-0,194 ± 0,1573.PC	0,19	0,222
Cenizas	6,57 ± 0,57	-0,016 ± 0,0417.Cenizas	0,20	0,692

RSD: Desviación estándar del error.

En lo que respecta al pH cecal, no se muestra relación significativa con la fibra neutro detergente (FDN) de la dieta, se observa un intercepto de 5,28 y una pendiente de 0,031, con un p valor de 0,059 ($P>0,05$) (tabla 4), por lo que el patrón indica una respuesta cuadrática en lugar de una relación lineal (figura 3). Sin embargo, se encontró una relación positiva y estadísticamente significativa con el contenido de grasa (EE) (tabla 4 y figura 4), en donde se observa un intercepto de 5,26 y una pendiente de 0,148 con un p valor de 0,018 ($P<0,05$).

La fibra detergente ácida (FDA), la lignina detergente ácida (LDA), la proteína cruda (PC) y las cenizas no mostraron una relación significativa con respecto al pH cecal ($P>0,05$).

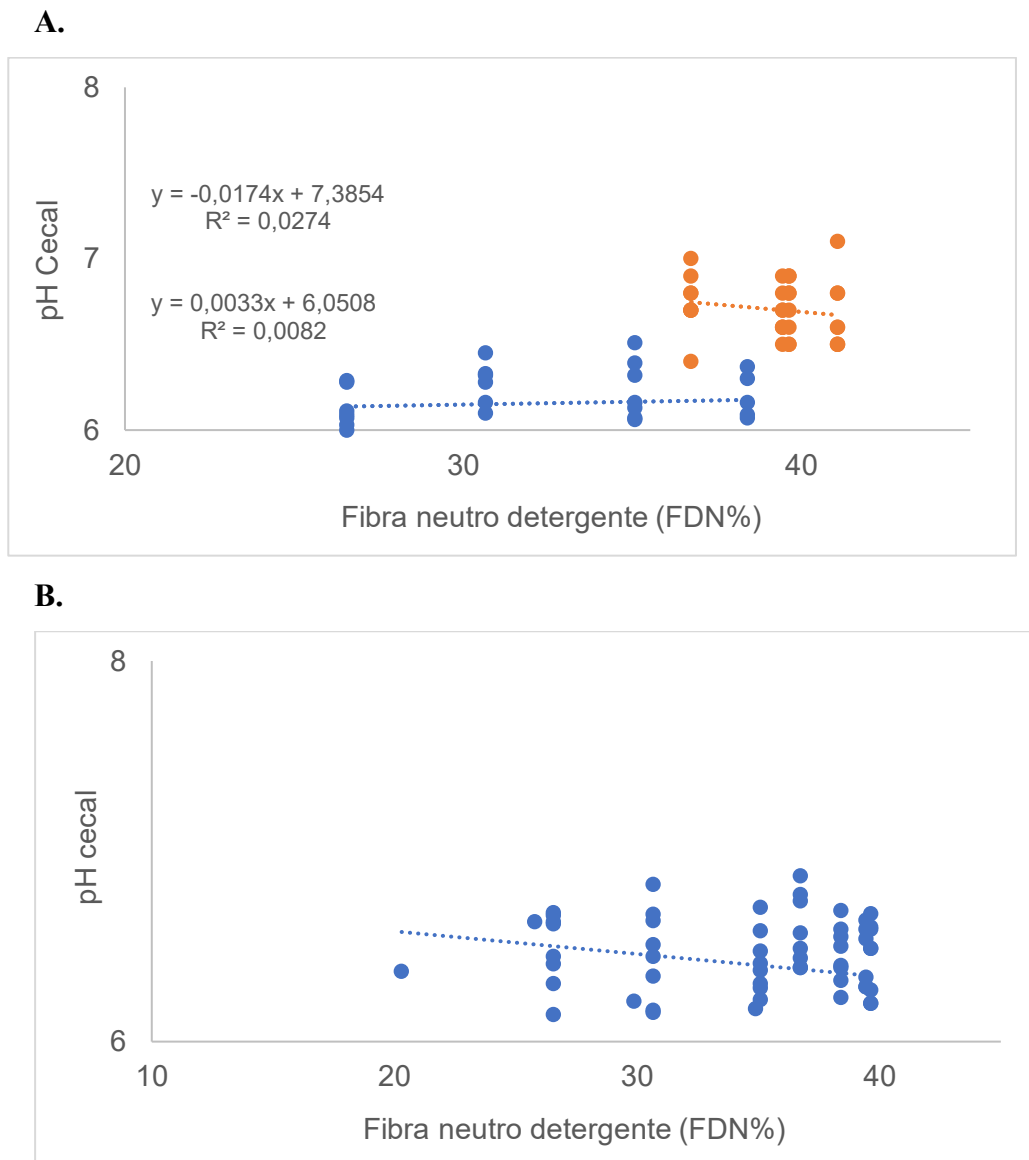
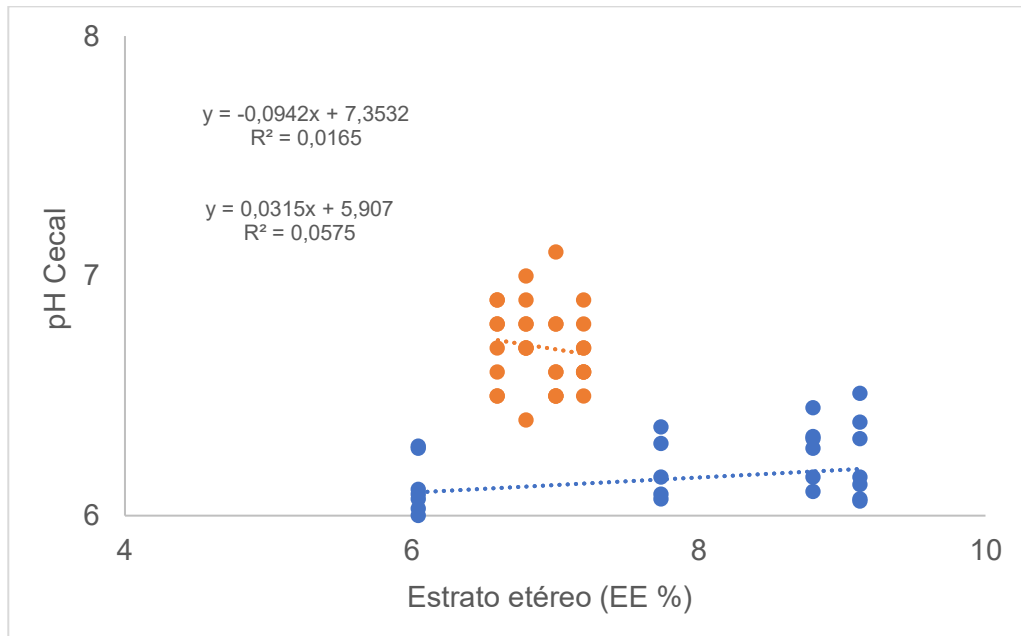


Figura 3. Relaciones entre el % de FDN en las dietas y el pH cecal. (A) Observaciones originales trazadas con la línea de regresión media para cada estudio (●Ensayo B y ●Ensayo C). (B) Observaciones ajustadas por el efecto del estudio trazadas con la línea de regresión media entre los estudios.

A.



B.

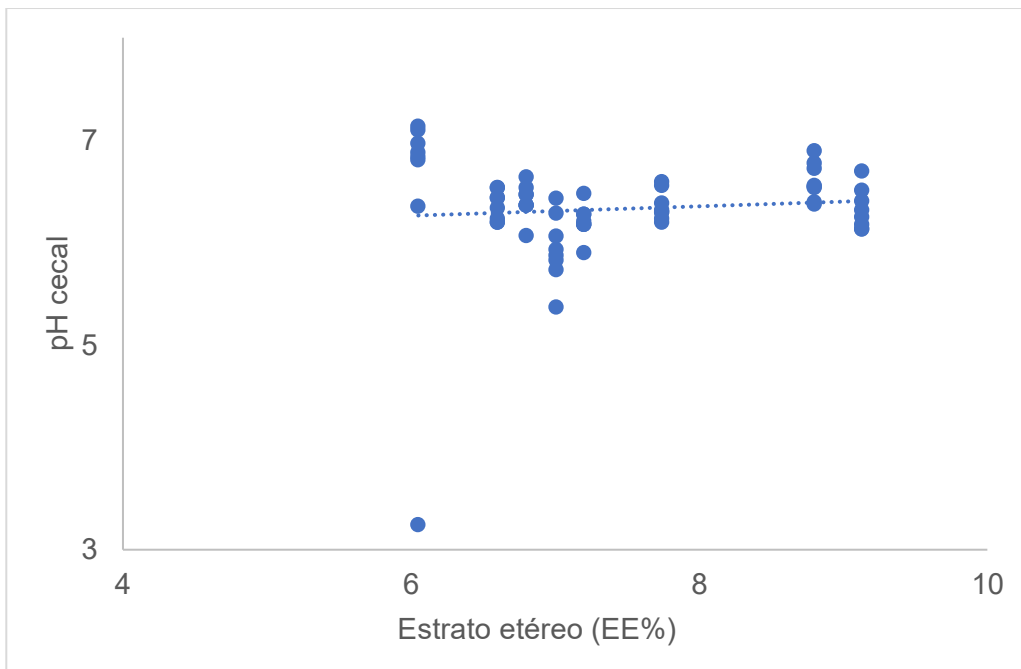


Figura 4. Relaciones entre la EE dietética y el pH cecal. (A) Observaciones originales trazadas con la línea de regresión media para cada estudio (•Ensayo B y •Ensayo C). (B) Observaciones ajustadas por el efecto del estudio trazadas con la línea de regresión media entre los estudios.

7. Discusión

Este estudio se centró en investigar los factores que incluyen en la fermentación cecal en cuyes, para lo cual se utilizó un enfoque de metaanálisis que permitió identificar patrones consistentes en la literatura existente. Se aplicó un método de aleatorización en la selección de los ensayos, lo que contribuyó a abordar la heterogeneidad de los datos y a obtener conclusiones más sólidas y generalizadas.

7.1. Factores asociados a la fermentación cecal

La fermentación cecal es un proceso en el que los microorganismos degradan los componentes no digeribles de los alimentos en el intestino grueso, proceso donde se producen AGCC, que son beneficiosos para el proceso fermentativo (Frías. *et al.*, 2023). La dieta y su contenido nutricional, especialmente en términos de composición y cantidad de fibra, proteínas y otros nutrientes, así como la presencia de sustratos fermentables, juegan un papel importante en la eficiencia de la fermentación cecal en cuyes (De Cubellis, y Graham, 2013; Sakaguchi, 2003).

Los resultados del estudio corroboran estas interacciones entre la composición de la dieta y la eficiencia de la fermentación cecal en cuyes, destacando que, específicamente el contenido de fibra (FDN, FDA), proteína (PC) y grasa (EE), juega un papel crucial en la fermentación cecal en cuyes en crecimiento (Tabla 2).

7.2. pH del contenido cecal

Los resultados de este estudio revelaron hallazgos interesantes en relación con la influencia de la composición de la dieta en el pH del ciego en los cuyes. Contrario a las expectativas iniciales, no se observó un efecto significativo de la fibra detergente neutra (FDN) sobre el pH cecal. En cambio, se identificó una tendencia hacia un efecto cuadrático. Sin embargo, se observó una relación significativa con el contenido de grasa en la dieta (EE), lo que subraya la relevancia de este factor específico (Tabla 4; Figura 4).

Además, es importante considerar cómo el tránsito intestinal puede afectar los procesos digestivos y la composición del ciego en los cuyes (Cortez, *et al.*, 1992). Según Guevara *et al.* (2021), el tránsito intestinal se refiere al movimiento de los alimentos a través del sistema digestivo y su velocidad puede influir en diversos factores, incluidos los niveles de pH en el ciego, una parte crítica del intestino grueso (Högberg *et al.*, 2004; Suarez-Beloch *et al.*, 2013). Por ejemplo, cuando los alimentos se mueven lentamente a través de los intestinos, tienden a

permanecer en el ciego por períodos más prolongados, lo que favorece los procesos de fermentación y conduce a una mayor producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), conocidos por su importancia en el mantenimiento de la salud intestinal y en diversos efectos metabólicos (Sakaguchi, 2003). Esta producción de AGCC durante la fermentación en el ciego puede influir en los niveles de pH en esta parte del intestino, donde un tránsito intestinal más lento se asocia comúnmente con una disminución del pH cecal (De Zaldívar, 2019; Dihigo, 2007). Este pH cecal más bajo puede tener implicaciones significativas para la microbiota intestinal y la salud digestiva en general, ya que afecta el crecimiento y la actividad de las bacterias beneficiosas en el intestino, mientras inhibe el crecimiento de patógenos dañinos (Högberg *et al.*, 2004; Suarez-Beloch *et al.*, 2013).

Estos hallazgos destacan la importancia de considerar la influencia de la composición de la dieta en la salud digestiva de los cuyes. En particular, la relación significativa observada entre el contenido de grasa en la dieta (EE) y el peso relativo del ciego subraya la relevancia de este factor específico en el contexto de nuestra investigación. La variación de pH cecal puede atribuirse a la cantidad de grasa (EE) en la dieta, como se ha demostrado en el estudio al encontrar una relación entre el contenido de grasa (EE) y el pH cecal (p valor 0.018; $P < 0,05$) (Tabla 4; Figura 4). La grasa y el pH cecal son factores cruciales para la salud y el bienestar de las cobayas. Concordando con Guevara *et al.*, (2021) quienes destacan la relevancia del pH cecal como factor determinante que afecta directamente la actividad de las enzimas hidrolíticas en la región cecal, lo que a su vez influye significativamente en la capacidad de animal para realizar una digestión y absorción adecuadas de nutrientes. Una dieta rica en grasas puede afectar la microbiota intestinal y alterar el equilibrio ácido-base en el ciego.

Además, los lípidos (grasa) resaltan su efecto al mejorar la digestibilidad de la fibra y al aumentar el peso de la pared cecal (Falcao *et al.*, 1996). Aunque la adición de grasa añadida suele ser baja entre un 1-4%, algunos estudios indican que algunos AGCC como el ácido caproico al formar glicerol, ejercen acción inhibitoria sobre algunas bacterias cecales (Marounek *et al.*, 2002). Además, podrían tener un impacto en la salud de los cuyes en crecimiento (Shrivanova, 2005).

Por otro lado, la presencia de otros nutrientes, como la proteína cruda (Tabla 2), pueden influir en la actividad fermentativa y, por lo tanto, en el pH cecal. Por ejemplo, Merino y Carabaño (1992) encontraron que un aumento de la cantidad de proteína en la dieta, de un 12.8 - a 16 %, resultó en un incremento de la concentración de nitrógeno, así como en un aumento del

pH y la producción de AGCC en el ciego (Al-Bar y Al-Aghbaril, 1996). Asimismo, un exceso de proteína en la dieta podría favorecer la proliferación de *Clostridium* y provocar un ligero aumento de *E. coli* (Cortez *et al.*, 1992).

En definitiva, la interacción entre las grasas y otros nutrientes en la dieta puede crear un entorno complejo en el intestino, donde los efectos de las grasas sobre la fermentación microbiana pueden variar según la composición general de la dieta. Esta comprensión es esencial para evaluar de manera más precisa el impacto de las grasas en la microbiota intestinal y los procesos de fermentación, lo que a su vez puede tener importantes implicaciones para la salud y el bienestar de los cuyes.

7.3. Peso relativo del contenido del ciego

El peso relativo del ciego es un indicador crucial de la actividad fermentativa y el desarrollo de la flora microbiana en esta región del intestino grueso, donde se produce la fermentación microbiana. Este incremento en el peso del ciego sugiere una adaptación fisiológica del sistema digestivo para maximizar la digestión de la fibra y otros sustratos fermentables en la dieta (Van Soest, 1991; Solorzano, 2014). El incremento del peso se lo relaciona también al incremento del consumo de alimento resultado de la menor concentración de energía digestible en las dietas al incrementar el contenido de fibra (García *et al.* 2002).

Los cuyes, caracterizados por su ciego espacioso, exhiben una digestión gastrointestinal altamente eficiente, con una notable capacidad de digestibilidad de la fibra detergente neutra (FDN) y una actividad hidrolítica comparable o superior a la de otros herbívoros (Johnson-Delaney, 2016; Franz *et al.*, 2011; Yu *et al.*, 2000). La velocidad del tránsito intestinal influye en el peso cecal; un tránsito más lento puede conducir a una mayor retención de digestión en el ciego, lo que potencialmente resulta en mayores pesos cecales debido a procesos de fermentación prolongados y actividad microbiana (Cortez, 1992; Franz *et al.*, 2011).

El peso relativo del ciego en cuyes está influenciado significativamente por dos componentes de la dieta: FND y EE (Tabla 3; Figura 1 y 2), lo que muestra correlaciones positivas con el aumento del peso relativo del ciego. Un aumento en el contenido dietético de FDN (fibra) conlleva a un aumento en el peso del ciego debido a la naturaleza fermentable, que proporciona sustrato para la fermentación microbiana en el ciego (Guamán, 2023; Bastidas, 2024). Varios autores respaldan que una dieta rica en fibra fermentable puede mejorar la fermentación bacteriana, lo que incide en una mayor eficiencia de la fermentación cecal y, por ende, en el peso relativo del ciego en los cuyes (García *et al.*, 2019; Rajesh y Pascal 2012;

Takamitsu, T., y Kazunari, U., 2000). Por lo tanto, las dietas con mayor contenido de fibra fermentable pueden mejorar los procesos de fermentación bacteriana, lo que lleva a una mejor eficiencia de la fermentación cecal e influir en el peso relativo del ciego de los cuyes. En conejos se ha observado una relación cuadrática entre la FND y el peso relativo del ciego (García *et al.*, 2002). En nuestro caso posiblemente al limitado número de estudios y al rango de niveles de fibra estudiados no es posible observar un efecto cuadrático pero si determinándose cierta relación lineal que con nuevos estudios y más datos se podría dilucidar de mejor manera.

La presencia de grasas en la dieta (EE) ejerce un impacto significativo en la fermentación cecal debido a su papel en los procesos de digestión y absorción de nutrientes (Gomez y Vergara, 1993). Un aumento en el contenido de grasa puede conducir a un mayor peso del ciego, ya que las grasas pueden inhibir la actividad bacteriana en el tracto intestinal, lo que resulta en una menor capacidad de degradación de las fibras dietéticas. Esta inhibición de la fermentación bacteriana por parte de las grasas puede llevar a una acumulación de fibras en el ciego en un intento de ser digeridas. Finalmente, las grasas pueden tener un efecto negativo en la microbiota intestinal al inhibir la fermentación de las fibras, lo que potencialmente prolonga el tiempo de permanencia de las fibras en el ciego y contribuye al incremento del peso cecal (García *et al.*, 2002; Cynthia, R., *et al.*, 2021).

8. Conclusiones

- La composición química de la dieta, especialmente el contenido de extracto etereo, influye en el pH del contenido cecal de los cuyes, destacando la importancia de este factor en la funcionalidad fermentativa de estos animales.
- Los componentes dietéticos de fibra insoluble (FND) y grasas (EE), se relacionan con la funcionalidad digestiva y especialmente del peso del ciego de los cuyes, pudiendo estar influenciando en el tránsito y degradación del contenido digestivo. Siendo necesario evitar excesos de grasas en las dietas y buscar un equilibrio en los niveles de fibra.

9. Recomendaciones

- Se recomienda asegurar una adecuada cantidad de fibra en la dieta de los cuyes, ya que su inclusión contribuye positivamente la funcionalidad fermentativa, teniendo cuidado de que un exceso influya negativamente en la parte de eficiencia productiva.
- Mantener un cuidadoso equilibrio en el contenido de grasa (EE) de la dieta de los cuyes, dentro un rango de hasta el 6%, para evitar niveles excesivos que puedan inhibir la fermentación de las fibras en el ciego y afectar negativamente el peso relativo de esta región intestinal. Un control adecuado del contenido de grasa puede contribuir a mantener la funcionalidad fermentativa y el bienestar de los cuyes, favoreciendo una microbiota intestinal equilibrada y procesos de fermentación eficientes.
- Incorporar más estudios para dilucidar las relaciones entre fibra y factores asociados a fermentación cecal, para determinar de mejor forma los requerimiento de fibra en cuyes.

10. Bibliografía

- Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 21(6), 359–360.
- Al-Bar y Al-Aghbaril. (1996). Influence of deodorase in combination with different levels of protein on rabbit feed intake and utilization of urea in levas. 6th World Rabbits Congress, 9-12 de Julio Toulouse. Francia.
- Bastidas, J. (2015). Efecto de la inclusión en diferentes niveles de lignocelulosa sobre los parámetros digestivos en cobayos (*Cavia porcellus*). In *Universidad Nacional De Loja*. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/pdf>
- Camacho, J. (2008). *Nota estadística Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación*. De 1 a 4.
- Cazares, R., & Calderón, G. (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*. Universidad Técnica del Norte.
- Cortez S, Brandebufe H, Grevel E y Sundrum A. (1992). Investigation of the relationship between Feed and health status on the intestinal flora of rabbits. *Tierarzi. Umsch.* 47:544
- Cuibin, R, Zea, M, Palacios, P, Norabuena, M, Collazos, P, y Sotelo, M. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en cobayo (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4), e19020. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19020>
- Chávez-Sifontes, M., & Domine, M. E. (2013). Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, 4(4), 15-46.
- Chauca, L., & Zaldivar, M. (1997). *Efecto de los niveles de proteína y energía sobre las raciones de crecimiento en cobayas*. FAO.
- Cynthia, R., Muller., Alexander, T., Williams., Allyn, M., Eaker., Fernando, Dos, Santos., Andre, F., Palmer., Pedro, Cabrales. (2021). High fat high sucrose diet-induced dyslipidemia in guinea pigs. *Journal of Applied Physiology*, Doi: 10.1152/JAPPLPHYSIOL.00013.202.
- De Blas, C., Carabaño, R., García, J. y García, A. (2006). Importancia del tipo de fibra: nuevos conceptos y ejemplos para su aplicación en la cunicultura. *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*, 2006-01-01, ISBN 84-611-2965-2, pp. Pp. 85-98.

- De Cubellis, J., & Graham, J. (2013). Enfermedad gastrointestinal en cobayas y conejos. *Clínicas Veterinarias: Práctica de Animales Exóticos*, 16(2), 421-435.
- De Cuyper, A., Winkler, D., Tütken, T., Bosch, G., Hummel, J., Kreuzer, M., & Clauss, M. (2022). La digestión del bambú comparada con la hierba y la alfalfa en un pequeño herbívoro fermentador del intestino posterior, el conejillo de indias (*Cavia porcellus*). *Revista de Zoología Experimental Parte A: Fisiología Ecológica e Integrativa*, 337(2), 128-140.
- De Zaldívar, L. (1997). *Producción de colas (Cavia porcellus)* (Vol. 138). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
- Dihigo, L. (2007). *Caracterización fisicoquímica de productos tropicales y su impacto en la morfofisiología digestiva de conejos*. Instituto ICA de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Eloy, Castro, Muñoz., Pablo, Xavier, Narváez, Jiménez., Carlos, Alberto, Ortega, Ojeda. (2016). Efecto de la suplementación con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y promotores en la gestación y recría de cuyes (*Cavia porcellus*). La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, doi: 10.17163/LGR.N25.2017.04
- Espín, L., Lucio, J., & Mazzini, M. (2004). "Proyecto de inversión para la producción y comercialización de cuy (*Cavia Porcellus*) como alternativa para el consumo local y el desarrollo de su potencial exportador." [Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional de la ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3780/1/6307.pdf>
- Estrella, F. (2022). *Evaluación de diferentes niveles de fibra en la digestibilidad de cuyes (Cavia porcellus)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Falcao, L, Bengala, F, Goncalves, A. (1996). Effectt of fat level and fibre nature on performance digestibility nitrogen balance and digestives organs in growing rabitts. En: Memorias del 6th World Rabbits Congres del 9- 12 of July, Toluse France.
- Frías, H., Valderrama, N., Flores, G., Cornejo, V., Del Solar, J., Romani, A. y Quintana, J. (2023). Análisis del microbioma ciego de tres razas de cuy: Andina, Indi y Perú. *Investigación en Ciencias Veterinarias*.
- García, J., Gidenner, T., Falcao, L., & Blass, C. (2002). *Identificación de los principales factores que influyen en las características de la fermentación cecal en conejos en crecimiento*. 51 (junio), 165-173. <https://doi.org/10.1051/animres>

- García, M., Suárez, S., Carcelén, F. y Olazabal, J. (2019). *Efecto de la temperatura y el pH sobre la actividad de las enzimas hidrolíticas de la región cecal de cobayas (Cavia porcellus)*. Archivos de Ganadería. 68. 356-360. 10.21071/az. v68i263.4193
- Giovannetti, P. (1982). Effect of coprophagy on nutrition. *Nutrition Research*, 2(3), 335– 349. doi:10.1016/S0271-5317(82)80015-8
- Gidenne, T. (1993). Effect of dietary starch origin on digestion in the rabbit. 1. Digestibility measurements from weaning to slaughter. *In Animal Feed Science and Technology*, 42(1). 237-247.
- Guamán, D. (2021). *Universidad Nacional de Loja Universidad Nacional de Loja Vicerrectorado Académico [Universidad Nacional de Loja]*. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/%282%29.pdf>
- Guevara, J., Carcelén., F., & García, T. (2021). Comportamiento productivo de cuyes (*Cavia et al.*) en crecimiento suplementado con prebióticos y probióticos naturales. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22 (3). https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num3_art:1920
- Hargaden, L., Maureen y Singer. (2012). Anatomía, fisiología y comportamiento. En Elsevier (Ed.), *El conejo de laboratorio, el conejillo de indias, el hámster y otros roedores*.
- Högberg A, Lindberg JE, Leser T, Wallgren P (2004) Influence of cereal non starch polysaccharides on Ileo-caecal and rectal microbial populations in Growing pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica* 45: 87-98.
- Hugo, F. T. (2023). Caracterización del microbioma del ciego en cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Inti, Perú y Andina, Chachapoyas-2021.
- Jave, Z. (2014). *Efecto del contenido de fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras sobre el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en Cajamarca*. [Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la UNC. <https://bit.ly/3XN8kEU>
- López, V. (2013). Situación actual de la crianza de cuyes en Ecuador. Ministerio de agricultura de Quito Ecuador, Quito. Obtenido de Ministerio de agricultura de Quito Ecuador.
- Marounek, M., Vouk, S., y Skrivanova, V. 1995. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *Bri. J. Nutri.* 73:463.
- Merino, J., Carabaño R. 1992. Effectt of type of fiber on ileal and fecal degestibility. *J Appl. Rabbit* 15:931-937.
- Meza, G., Loor, N., Sánchez, A., Avellaneda, J., Meza, C., Vera, D. (2014). *Inclusión de harina del follaje arbóreo y arbustivo tropical (Morus alba, Erythrina poeppigiana, Tithonia*

- diversifolia hibiscus rosa-sinensis*) en la dieta de cuyes (*Cavia et al.*). Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 61(3), 258–269.
- Paredes, M., & Goicochea, E. (2021). Effect of five diets with different neutral detergent fibre and starch ratios on productive performance, ingestive ratio, and weight of digestive organs in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(1), 1–14. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I1.19495>
- Puglla, T. (2023). *Digestibilidad in vivo de dietas en cuyes (Cavia porcellus) con la inclusión de diferentes niveles de maralfalfa (Pennisetum spp.)* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26374>
- Ramón, A. (2017). *Determinación de las características morfológicas del tracto digestivo de la cobaya (Cavia porcellus)*. [Universidad Nacional de Loja]. <https://docplayer.es/84613745-Universidad-nacional-de-loja.html>
- Revollo, K. (2010). Aparato del cuy. Documento guía para productores, 9. México. Obtenido de Documento guía para productores.
- Reynaga, R. (2017). *Sistema de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (Cavia porcellus) de las razas de Perú*. 100.
- Ruiz, J. (2007). *Evaluación del polvillo de arroz en reemplazo del afrecho de trigo en etapa de crecimiento- engorde en cuyes (cavia porcellus l., 1758)*. 1–84. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/885/ZT-394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sauvant, D., Schmidely, P., Daudin, J. y St-Pierre, N. (2008). *metaanálisis de datos experimentales en nutrición animal*. *Animal* 2,1203-1214.
- Sakaguchi, E. (2003). Estrategias digestivas de pequeños fermentadores del intestino posterior. *Revista de Ciencia Animal*, 74(5), 327-337.
- Sánchez, A., Zambrano, D., Torres, E., & Meza, G. (2012). *Forrajes tropicales y plátano maduro (Musa paradisiaca) en el engorde de cuyes (Cavia et al.) en el cantón de Quevedo*. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, 287-290.
- Solórzano, J. (2014). *Cría, producción y comercialización de cuyes*. Macro Editorial.

- Suarez-Belloch J, Doti S, Rodríguez-Romero N, Guada JA, Fondevila M, Latorre M (2013) Hindgut fermentation in pigs induced by diets with different sources of starch. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11: 780-789.
- Shrivanova, E; Marouneck, M. (2005). Note of the effect of triacylglycerols of caprylic and capric acid on performance, mortality, and digestibility of nutrients in young rabbits. *Anim Feed Sci Tech* 127: 161-168
- St-Pierre, N, (2001). Integración de los hallazgos cuantitativos de múltiples estudios utilizando una metodología de modelos mixtos. *Revista de Ciencia de los Lácteos* 84, 741–755.
- Toro, B., Yáñez, M., Andrade, P., Labrada, J., Chacón, E., Zambrano, N., & Ramirez, J. (2017). 63653470030. *Revista Electronica de Veterinaria*, 18.
- Tsukahara, T., & Ushida, K. (2000). Efectos de las dietas de proteína animal o vegetal sobre la fermentación cecal en cobayas (*Cavia porcellus*), ratas (*Rattus norvegicus*) y pollos (*Gallus gallus domesticus*). *Bioquímica y Fisiología Comparadas - Una Fisiología Molecular e Integrativa*, 127(2), 139–146. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(00\)00244-0](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00244-0)
- Van Soest, P. (1982). *Nutritional ecology of the ruminant*. o & b books. Inc., Corvallis, OR, 267.
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Department of Animal Science and Division of Nutritional Sciences. 74(1). 3583-3597.
- Vivas, L. (2018). Efecto de los probióticos, prebióticos y simbióticos sobre la morfología intestinal y parámetros sanguíneos en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde desafiados con *Salmonella Typhimurium*. CORE Reader.
- Yoplac, Ives, Yalta, Juan, Vásquez, Héctor V., & Maicelo, Jorge L. (2017). Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) sobre los índices de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(3), 549-560. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13362>
- Zaldívar, L. (2017). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, p. 138.

11. Anexos

Análisis de fibra neutro detergente (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina (LDA) del primer y segundo ensayo de Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Nutrición Animal (CIDiNA):



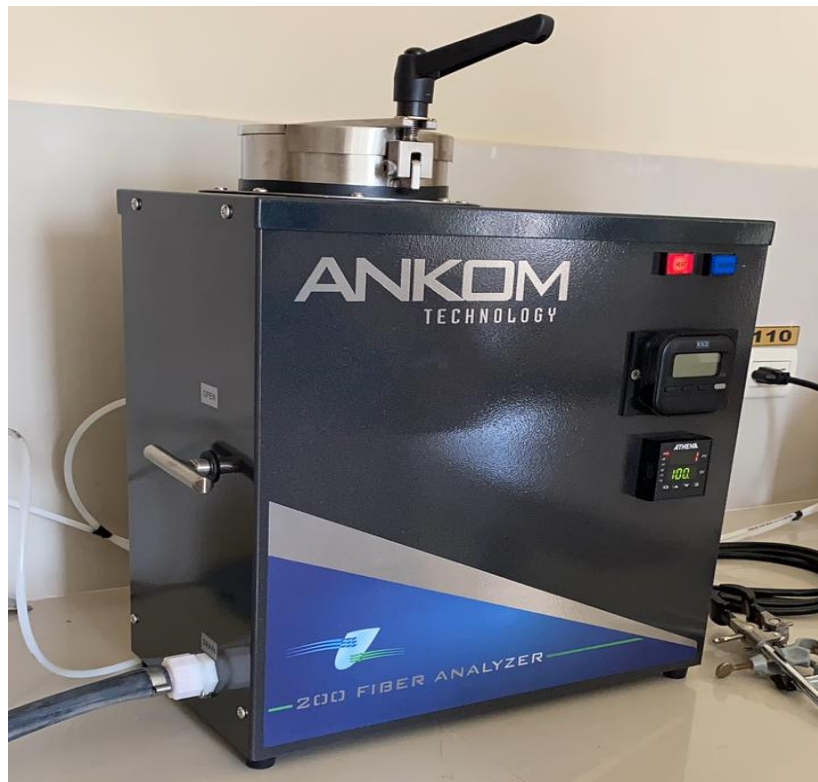
Anexo 1. Muestras de heces y alimento.



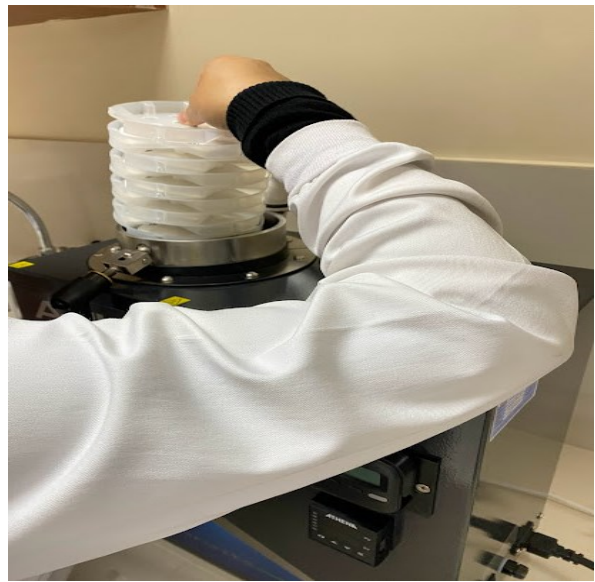
Anexo 2. Bolsas cero Cenizas.



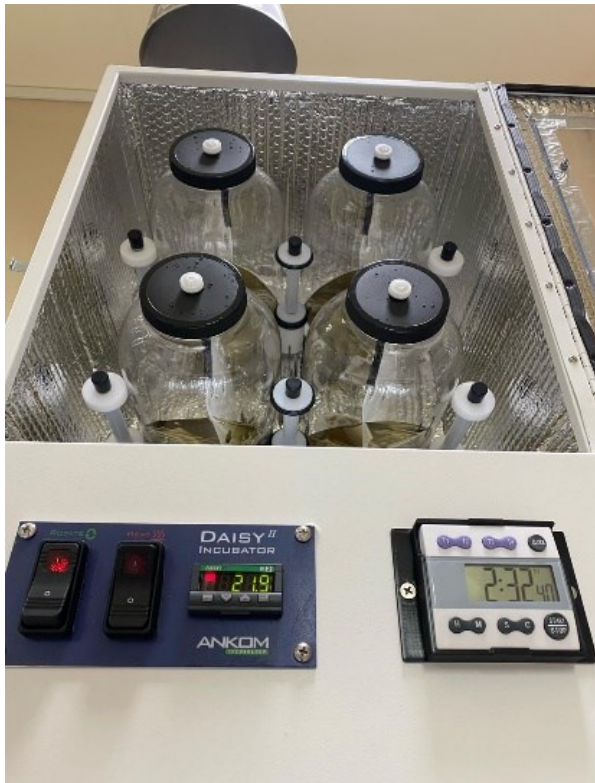
Anexo 3. Pesaje de las muestras.



Anexo 4. Análisis de fibra detergente neutra y fibra ácido detergente Equipo ANKOM 200 Fiber Analyze.



Anexo 5. Colocación de las muestras en el equipo de fibras.



Anexo 6. Análisis de lignina detergente ácida, utilizando el equipo ANKOM DaisyII Incubator.

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	PH_CECAL
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Cita	7	A B C F H I L

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	2
Columnas en Z	7
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	64

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	107
N.º observaciones usadas	64
N.º observaciones no usadas	43

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	93.22059484	
1	1	87.45638088	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Cita	0.1005
Residual	0.1925

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	87.5
AIC (Mejor más pequeño)	91.5
AICC (Mejor más pequeño)	91.7
BIC (Mejor más pequeño)	91.3

Solución para efectos fijos					
Efecto	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr > |t|
Intercept	5.2800	0.6178	1	8.55	0.0741
FND	0.03054	0.01593	61	1.92	0.0599

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
FND	1	61	3.67	0.0599

Anexo 7. Procedimiento Mixed del pH cecal en relación con la fibra neutro detergente (FND).

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	PC_RELATIVO
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Cita	10	B C D E F G H J K L

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	2
Columnas en Z	10
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	64

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	107
N.º observaciones usadas	64
N.º observaciones no usadas	43

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	270.27943208	
1	1	236.84438911	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Cita	4.7555
Residual	2.1903

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	236.8
AIC (Mejor más pequeño)	240.8
AICC (Mejor más pequeño)	241.0
BIC (Mejor más pequeño)	241.4

Solución para efectos fijos					
Efecto	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr > |t|
Intercept	2.0598	2.2185	1	0.93	0.5236
EE	0.4788	0.2136	61	2.24	0.0287

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
EE	1	61	5.02	0.0287

Anexo 8. Procedimiento Mixed del peso relativo del ciego en relación con el extracto etéreo (EE).

Procedimiento Mixed

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	PC_RELATIVO
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
Cita	7	A B C F H I L

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	2
Columnas en Z	7
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	69

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	107
N.º observaciones usadas	69
N.º observaciones no usadas	38

Criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Cita	11.8959
Residual	2.0565

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	258.5
AIC (Mejor más pequeño)	262.5
AICC (Mejor más pequeño)	262.7
BIC (Mejor más pequeño)	262.4

Solución para efectos fijos					
Efecto	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr > |t|
Intercept	2.5939	2.5528	2	1.02	0.4165
FND	0.1261	0.04638	65	2.72	0.0083

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
FND	1	65	7.40	0.0083

Anexo 9. Procedimiento Mixed del peso relativo del ciego en relación con la fibra neutro detergente (FDN).

Loja, 12 de mayo del 2024

Lic.

Ángel Darío Jiménez Vera

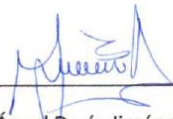
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION mención IDIOMA INGLES

CERTIFICO:

En mi calidad de docente del idioma inglés, con capacidades que pueden ser probadas a través de la Certificación de Conocimiento de Inglés, nivel B2, que la traducción del Resumen (Abstract) del trabajo de Integración Curricular: " **Metaanálisis sobre los principales factores asociados a la fermentación cecal en cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento**"; de autoría de la señorita estudiante **Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín**, con cédula de identidad **Nro. 0750052094**, es correcta y completa, según las normas internacionales de traducción de textos.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada **Nathaly Michelle Feijoo Sanmartín**, hacer uso legal del presente, según estime conveniente.

Atentamente:



Lic. Ángel Darío Jiménez Vera

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACION mención IDIOMA INGLES

Registro Senescyt: 1008-2018-1998231

Anexo 10. Certificado de traducción de inglés.