

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado
de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la
digestibilidad aparente (*in vivo*) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del
centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Zootecnista

Autor(res):

Bach. Anthony Ronal RIVERA CARHUARICRA

Bach. Alexander ALEJANDRO FERNANDEZ

Asesora:

Mg. Sc. Eva Teófila CUBA SANTANA

Cerro de Pasco – Perú - 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



T E S I S

**Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado
de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la
digestibilidad aparente (*in vivo*) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del
centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Eraclio Urbano HILARIO ADRIANO
PRESIDENTE

Mg. Milton TRIGOS SALAZAR
MIEMBRO

Mg. Walter Simeón BERMUDEZ ALVARADO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 046-2025/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
RIVERA CARHUARICRA, Anthony Ronal
ALEJANDRO FERNANDEZ, Alexander

Escuela de Formación Profesional
Zootecnia - Pasco

Tipo de trabajo
Tesis

Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023

Asesor
Mag. CUBA SANTANA, Eva Teófila
Índice de similitud
6 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 11 de agosto de 2025



Firmado digitalmente por HILANES
TOVAR Luis Antonio PALU
2015-00020v01 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12.08.2025 00:28:03 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

A mis padres, Cledy Maritza
Carhuaricra Córdova y Darwin Juan Rivera
Espinoza, hermanos y hermanas por el
apoyo incondicional en el tiempo de mi
formación profesional.

Anthony

A mis padres, Juan Edwin Alejandro
Berrospi y Cledia Doris Fernández Romero,
a mi esposa e hija y familiares por ser los
seres más queridos que me apoyaron
incondicionalmente durante el desarrollo de
mi formación profesional.

Alejandro

AGRADECIMIENTO

A la Mg. Eva Teófila CUBA SANTANA,
docente universitario, asesora de este trabajo y a la
Ing. Flor Karina Soto Villegas a ambos por su
permanente orientación, dedicación y desinteresada
contribución.

RESUMEN

El presente proyecto titulado “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023” tuvo como objetivo principal evaluar cómo influye el tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera (INIA 901 Mantaro) y su impacto en la digestibilidad aparente de los nutrientes en cuyes. Para ello, se analizó el ensilado de avena sometido a diferentes tiempos de secado (0, 8, 12 y 24 horas) donde se evaluaron las variables nutricionales clave, como el contenido de proteína, fibra, minerales y energía. Asimismo, se determinó la digestibilidad aparente en cuyes alimentados con este forraje ensilado en diferentes condiciones de secado.

Los resultados obtenidos en el análisis proximal de la avena forrajera indicaron que el tiempo de secado no tuvo un efecto significativo en la composición nutricional del ensilado. Existe una variabilidad mínima, pero no suficiente para que sea significativa. Las concentraciones de nitrógeno total (proteína), calcio, fósforo disponible y otros minerales como el cadmio, plomo y arsénico, se mantuvieron estables a lo largo de los distintos tiempos de secado. Asimismo, aunque se observó una disminución leve en los carbohidratos con el aumento del tiempo de secado, no fue estadísticamente significativa. Estos resultados sugieren que el ensilado de avena forrajera conserva su valor nutricional incluso bajo diferentes periodos de secado.

El análisis proximal de las heces, realizado para evaluar la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes, también reflejó una estabilidad en la excreción de nutrientes como la fibra y el nitrógeno total, lo que indica una buena utilización del ensilado por parte de los cuyes, independientemente del tiempo de secado. Los coeficientes de digestibilidad de las diferentes fracciones nutricionales el T1 difiere de los demás tratamientos 2,3 y 4,

lo cual confirma que los cuyes son capaces de aprovechar eficazmente los nutrientes del ensilado de 0 horas de secado así resultar en mayor porcentaje de alimento aprovechado.

En cuanto al rendimiento productivo, los parámetros de incremento de peso vivo y ganancia de peso vivo mostraron diferencias entre los grupos de cuyes alimentados con ensilado de avena forrajera con tiempos de secado 8 y 12 horas mejores resultados. Esto indica que el tiempo de secado genera una mínima diferencia en cuanto a la ganancia de peso referente al tiempo de secado del ensilado, las cuales se recomienda evaluar conociendo aspectos como la genética de los animales.

En resumen, los resultados de este estudio sugieren que el tiempo de secado del ensilado de avena forrajera no afecta significativamente su composición nutricional, existe variabilidad, pero es mínimo, lo mismo sucede con la digestibilidad aparente y una pequeña diferencia en cuanto al rendimiento productivo en los cuyes. Estos hallazgos son relevantes para los sistemas de producción animal, ya que el ensilado de avena forrajera se presenta como una opción viable y eficiente para alimentar a cuyes, sin importar el tiempo de secado del forraje antes del ensilado.

Palabras clave: Ensilado, Digestibilidad, Avena forrajera, Tiempo de secado, Cuyes.

ABSTRACT

This project, entitled “Effect of Drying Time on the Nutritional Composition of Forage Oat (*Avena sativa*) Silage and Determination of Apparent Digestibility (In Vivo) in Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) at the Huariaca Experimental Center – UNDAC – 2023,” aimed to evaluate how drying time influences the nutritional composition of forage oat silage (INIA 901 Mantaro) and its impact on the apparent digestibility of nutrients in guinea pigs. To this end, oat silage subjected to different drying times (0, 8, 12, and 24 hours) was analyzed, evaluating key nutritional variables such as protein, fiber, mineral, and energy content. Apparent digestibility was also determined in guinea pigs fed this silage under different drying conditions.

The results obtained from the proximate analysis of forage oats indicated that drying time did not have a significant effect on the nutritional composition of the silage. There was minimal variability, but not enough to be statistically significant. The concentrations of total nitrogen (protein), calcium, available phosphorus, and other minerals such as cadmium, lead, and arsenic remained stable across the different drying times. Likewise, although a slight decrease in carbohydrates was observed with increasing drying time, it was not statistically significant. These results suggest that forage oat silage retains its nutritional value even under different drying periods.

The proximate analysis of feces, performed to evaluate apparent digestibility (in vivo) in guinea pigs, also reflected stability in the excretion of nutrients such as fiber and total nitrogen, indicating good utilization of the silage by the guinea pigs, regardless of the drying time. The digestibility coefficients of the different nutritional fractions in treatment T1 differed from those in treatments 2, 3, and 4, confirming that guinea pigs are able to efficiently utilize the nutrients in silage dried for 0 hours, resulting in a higher percentage of feed utilization.

Regarding productive performance, the parameters of live weight gain and weight increment showed differences between the groups of guinea pigs fed with forage oat silage dried for 8 and 12 hours, with the latter group showing better results. This indicates that drying time generates a minimal difference in weight gain relative to the silage drying time, which should be evaluated considering factors such as the animals' genetics.

In summary, the results of this study suggest that the drying time of forage oat silage does not significantly affect its nutritional composition; there is variability, but it is minimal. The same is true for apparent digestibility, and there is a small difference in productive performance in guinea pigs. These findings are relevant to animal production systems, as forage oat silage presents itself as a viable and efficient option for feeding guinea pigs, regardless of the forage drying time before ensiling.

Keywords: Silage, Digestibility, Forage oats, Drying time, Guinea pigs.

INTRODUCCIÓN

El ensilado es una técnica ampliamente utilizada en la conservación de forrajes, la cual permite mantener la calidad nutricional de los cultivos durante periodos prolongados. Este proceso es especialmente importante en zonas donde la disponibilidad de pastos frescos varía estacionalmente, como ocurre en muchas regiones altoandinas. En particular, la avena forrajera (*Avena sativa*) es un cultivo utilizado frecuentemente como forraje para la alimentación animal debido a su alto contenido de nutrientes. Sin embargo, el tiempo de secado antes del ensilado puede influir en la calidad final del producto y su digestibilidad en los animales. Por lo tanto, es crucial evaluar cómo diferentes tiempos de secado afectan la composición nutricional y el aprovechamiento digestivo del ensilado.

La avena forrajera, al igual que otros cultivos destinados a la alimentación animal, debe ser evaluada no solo en términos de su composición nutricional, sino también en cuanto a su digestibilidad aparente, es decir, la capacidad que tienen los animales para asimilar los nutrientes presentes en el forraje. Los cuyes (*Cavia porcellus*), debido a su sistema digestivo especializado en el procesamiento de forrajes fibrosos, representan un modelo ideal para estudiar cómo las variaciones en el manejo del forraje pueden afectar su desempeño productivo. Además, el uso de ensilados en la alimentación de cuyes es una estrategia atractiva en regiones donde los recursos forrajeros pueden ser limitados o irregulares a lo largo del año.

El presente estudio se enfocó en analizar el efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y la determinación de la digestibilidad aparente en cuyes en el Centro Experimental de Huariaca de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC). Se plantea que, si bien el ensilado es una técnica eficaz de conservación, el tiempo de secado previo puede alterar la proporción de

nutrientes como las proteínas, los carbohidratos y los minerales, afectando también el rendimiento digestivo de los animales. Para abordar esta hipótesis, se evaluaron diferentes tiempos de secado (0, 8, 12 y 24 horas) y su impacto en la calidad nutricional y digestibilidad del ensilado.

El análisis proximal de la avena forrajera ensilada incluyó la evaluación de los niveles de materia seca, nitrógeno total, calcio, fósforo disponible, y otros minerales como el cadmio, plomo y arsénico, junto con la determinación del contenido de carbohidratos y lípidos. Asimismo, se realizó un análisis proximal de las heces de los cuyes para evaluar la digestibilidad aparente de los nutrientes. Estos datos permitieron calcular los coeficientes de digestibilidad de cada fracción nutricional y, a su vez, estimar el rendimiento productivo de los cuyes mediante el incremento de peso vivo y la ganancia de peso vivo.

Este estudio contribuye al entendimiento de cómo los factores de manejo en la producción de ensilados pueden afectar la calidad nutricional de los forrajes y el rendimiento digestivo en animales monogástricos como los cuyes. Los resultados obtenidos son relevantes para los productores locales y técnicos agropecuarios que buscan optimizar la alimentación de sus animales en condiciones limitadas. Asimismo, la investigación proporciona una base para futuras investigaciones sobre la utilización de ensilados en sistemas de producción animal, destacando la importancia del tiempo de secado como una variable que debe ser controlada para garantizar una alimentación eficiente y rentable.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

INDICE DE CUADROS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos	5
1.4.1.	Objetivo general	5
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	8

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	9
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	10
2.3.	Definición de términos básicos	28
2.4.	Formulación de hipótesis.....	30
2.4.1.	Hipótesis general	30
2.4.2.	Hipótesis específica	30
2.5.	Identificación de variables.....	31
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	31

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	32
3.2.	Nivel de investigación	32
3.3.	Métodos de investigación.....	32
3.4.	Diseño de la investigación.....	33
3.5.	Población y muestra	36
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
3.8.	Tratamiento estadístico.....	39
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	40

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.	41
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	43
4.3.	Prueba de hipótesis.	63
4.4.	Discusión de los resultados	66

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales de los cuyes en las diferentes etapas fisiológicas.....	14
Tabla 2. Tabla requerimientos nutricionales de los cuyes.....	14
Tabla 3. Composición química del cultivo de avena forrajera.	16
Tabla 4. Estados fenológicos del cultivo de avena.....	16
Tabla 5. Rango de valores nutricionales de ensilaje de avena.	18
Tabla 6. Definición operacional de variables.	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis proximal de la avena forrajera en sus diferentes tiempos de secado.	43
Cuadro 2. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 1.	46
Cuadro 3. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 2.	48
Cuadro 4. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 3.	49
Cuadro 5. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 4.	50
Cuadro 6. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 5.	51
Cuadro 7. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 1.	52
Cuadro 8. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 2.	54
Cuadro 9. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 3.	55
Cuadro 10. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 4.	56
Cuadro 11. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 5.	57
Cuadro 12. Cálculo e interpretación del Incremento de pesos vivo en los cuatro tratamientos.	59
Cuadro 13. Cálculo e interpretación del consumo de alimento en los cuatro tratamientos.	61

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En los últimos años, la producción de cuyes en la región Pasco ha ganado una gran relevancia económica y social. Estos pequeños animales son criados principalmente por su carne, que se considera una fuente de proteína de alta calidad y es muy demandada tanto en el ámbito local como regional. Sin embargo, la alimentación de los cuyes es difícil debido a la disponibilidad limitada de forrajes de alta calidad durante ciertas épocas del año, lo que tiene un impacto negativo en su crecimiento y desarrollo.

En el distrito de Huariaca, el 55 % de las familias se dedican a la crianza de cuyes a través de un sistema familiar y de pequeña escala comercial. Para satisfacer las necesidades dietéticas de los cuyes y mejorar la eficiencia productiva, los productores buscan continuamente sustitutos de forrajes de bajo costo y con valor nutricional adecuado. Esto reduce el costo del alimento y aumenta la rentabilidad.

La problemática radica en que, durante ciertas épocas del año, los cuyes no tienen acceso a forrajes frescos y de calidad, lo que limita su crecimiento y rendimiento. Esto puede retrasar la producción de carne y afectar la rentabilidad de los productores. Además, la falta de una adecuada alimentación puede conducir a deficiencias nutricionales y problemas de salud en los cuyes.

Las soluciones más factibles para esta problemática es el uso de ensilado como una alternativa nutricional en la alimentación de cuyes. El ensilado es un método de conservación de forrajes que permite almacenar y utilizar los recursos durante períodos de escasez, manteniendo su valor nutricional. Al utilizar diferentes tiempos de secado antes de iniciar el proceso de ensilado, se puede investigar cómo afecta la calidad y valor nutricional del ensilado de avena forrajera para la alimentación de cuyes en la región de Pasco.

Además, el ensilado de avena forrajera podría contribuir a la diversificación de la alimentación de los cuyes, proporcionando un equilibrio nutricional adecuado y reduciendo la dependencia de otros alimentos costosos. Esto permitiría a los productores optimizar los recursos disponibles y mejorar la eficiencia de producción. El porcentaje de aprovechamiento de los nutrientes del ensilado se determinará por la técnica de digestibilidad

La digestibilidad se utiliza como técnica de medición final; la calidad del alimento y de las materias primas utilizadas, la disponibilidad de nutrientes para el organismo, su importancia para la salud y el rendimiento del animal, también sirve de apoyo para el cálculo de los requerimientos nutricionales. También es importante tener en cuenta ciertos factores de las materias primas, como la fuente, el método de procesamiento, la interacción con otras materias primas y la

cantidad total de nutrientes afecta directamente la salud y el rendimiento de los animales.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el centro experimental de Huariaca, perteneciente en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a una altitud de 2980 m.s.n.m. La zona de intervención tiene temperaturas promedio de 5 °C en inviernos severos y 20°C en verano, con una temperatura promedio anual de 14°C.

La investigación evaluó los efectos del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y determinar la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes.

La investigación determinó alternativas nutricionales adecuadas y eficientes para la alimentación de cuyes, considerando que la calidad y disponibilidad de forrajes pueden variar a lo largo del año. El ensilado de avena forrajera se plantea como una opción prometedora para la conservación de forrajes y su uso en la alimentación de cuyes, ya que permite almacenar el forraje durante períodos de escasez y mantener su valor nutricional.

En el marco de esta investigación, se delimita el uso de cuyes como modelo animal, debido a su importancia en la producción de carne y su similitud fisiológica con otros herbívoros. El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Huariaca - UNDAC, que contó con las instalaciones y recursos necesarios para llevar a cabo el experimento de manera adecuada.

La investigación tuvo como fase esencial determinar la evaluación del efecto de diferentes tiempos de secado; 8 horas, 12 horas, 24 horas y sin horas de secado, en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera. Se

analizaron parámetros como contenido de proteínas, fibra, minerales y energía, para determinar posibles variaciones en la calidad nutricional del ensilado en función del tiempo de secado.

Además, se determinó la digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes, mediante pruebas de alimentación controlada y recolección de muestras fecales. Esto permitió evaluar la eficiencia de utilización de los nutrientes presentes en el ensilado y su capacidad de ser digeridos y asimilados por los cuyes.

La investigación fue sujeta a una duración de 60 días, donde contemplo una fase de 20 días del proceso del ensilado y 5 de análisis proximal del ensilado, 5 días para el acondicionamiento de la infraestructura, 14 días para la adaptación del consumo de forraje (alfalfa) y ensilado de manera proporcional, 5 días de experimentación que contemplará el acopio de excretas y toma de datos, 11 días para el procesamiento de muestras y análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó una base de datos obtenida de los registros de producción diseñados en el software Microsoft Excel, y el procesamiento se en un software estadístico Minitap Estatic.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cuáles son los efectos del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes (*cavia porcellus*) del Centro Experimental de Huariaca - UNDAC?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo varía la composición nutricional del ensilado de avena forrajera en términos de contenido de proteínas, fibra, minerales y energía, en función del tiempo de secado?
- ¿Cuál es la influencia del tiempo de secado en la palatabilidad y aceptación del ensilado de avena forrajera por parte de los cuyes?
- ¿Cuál es la digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes y cómo se ve afectada por el tiempo de secado?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Determinar los efectos del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes (*Cavia Porcellus*) del Centro Experimental de Huariaca - UNDAC.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la variación en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera en términos de contenido de proteínas, fibra, minerales y energía, en función del tiempo de secado.
- Determinar la aceptación y ganancia de peso del ensilado de avena forrajera por parte de los cuyes, considerando diferentes tiempos de secado.
- Estimar la digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes y analizar cómo se ve afectada por el tiempo de secado

1.5. Justificación de la investigación

La investigación se justifica principalmente por su relevancia en la optimización de la alimentación de los cuyes, la conservación de forrajes, la mejora de la eficiencia productiva económica, la validación de prácticas actuales, la contribución al conocimiento científico, la aplicabilidad en el contexto local y los beneficios económicos y sociales que puede generar. Los resultados obtenidos a través de este proyecto proporcionarán información técnica sólida que beneficiará tanto a los productores de cuyes como a la comunidad en general, al mejorar la calidad y eficiencia de la producción de cuyes y contribuir al desarrollo sostenible de la región.

La investigación es de suma importancia en el campo de la nutrición animal y la producción de cuyes, al obtener información relevante sobre los efectos del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y su digestibilidad en cuyes.

El conocimiento de los efectos del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera permitirá optimizar la alimentación de los cuyes. Al determinar los tiempos de secado adecuados, se podrán obtener ensilados con una composición nutricional más favorable, lo cual impactará positivamente en la salud, crecimiento y rendimiento productivo de los animales.

Al determinar la influencia del tiempo de secado en la digestibilidad aparente del ensilado de avena forrajera en cuyes, se evaluó la eficiencia de utilización de los nutrientes presentes en el ensilado. Esto permitirá ajustar las prácticas de alimentación y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos, lo cual se traduce en una mejora de la eficiencia productiva y económica de la producción de cuyes.

Los resultados permitirán validar o refutar las prácticas actuales de secado utilizadas en la producción de ensilado de avena forrajera para cuyes. Con la información obtenida, se podrán establecer recomendaciones técnicas más precisas y basadas en evidencias científicas, lo cual beneficiará a los productores de cuyes al optimizar sus prácticas de alimentación y manejo.

La investigación representa una contribución al conocimiento científico en el campo de la nutrición animal y la producción de cuyes. Los resultados obtenidos serán de interés para la comunidad académica y podrán ser utilizados como referencia en futuras investigaciones relacionadas con la alimentación y nutrición de cuyes.

La realización de este proyecto en el Centro Experimental de Huariaca - UNDAC permitió obtener resultados específicos y aplicables al contexto local. Esto es de gran relevancia, ya que las condiciones climáticas, los recursos disponibles y las prácticas de producción pueden variar entre diferentes regiones. Los resultados obtenidos podrán adaptarse y aplicarse de manera directa en la producción de cuyes en la zona de estudio.

El conocimiento generado a través de los resultados tendrá un impacto directo en el ámbito local y en la seguridad alimentaria de la comunidad. Al optimizar la alimentación de los cuyes, se pueden obtener animales más sanos, con un mejor rendimiento productivo y mayor calidad de carne, lo cual se traduce en beneficios económicos para los productores. Además, el uso eficiente de los recursos forrajeros contribuye a la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas de producción animal.

1.6. Limitaciones de la investigación

El tiempo de secado de la avena forrajera puede estar influenciado por factores climáticos, como la temperatura y la humedad, que pueden variar durante el período de estudio. Estas variaciones pueden afectar la composición nutricional del ensilado y la digestibilidad aparente en los cuyes.

La composición nutricional de la avena sativa puede variar naturalmente debido a factores como la variedad de la planta, el estado de madurez y las condiciones de cultivo. Esta variabilidad inherente puede influir en los resultados del estudio y dificultar la identificación precisa de los efectos del tiempo de secado.

La investigación determinó la digestibilidad aparente en cuyes. Sin embargo, las características individuales de los cuyes, como la edad, el sexo y el estado de salud, influenciaron en la digestibilidad y generaron variabilidad en los resultados.

Los resultados obtenidos en el Centro Experimental de Huariaca - UNDAC influenciado por las condiciones específicas del lugar, como el clima, la calidad del suelo y las prácticas agrícolas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Mamani & Cotacallapa. (2018). Experimentaron en un trabajo complejo, el objetivo de la investigación fue evaluar la producción, la composición química y el valor nutricional del cultivo de avena en las montañas de Puno. Se utilizaron métodos estándar para examinar muestras de forraje, incluido el análisis de Weende para determinar la composición química y el análisis de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) según el método de Van Soest. De acuerdo con estos hallazgos, se calcularon valores nutricionales como la cantidad de materia seca digestible (DDM), la cantidad de materia seca consumida (DM), el valor relativo del esfuerzo (RFV).

Apraez et al. (2012), realizo un estudio en la comunidad de Arvela, ubicada en el distrito de Guachucal, Colombia. Se probaron con cuatro tratamientos para evaluar la calidad nutricional, metabolitos secundarios, costos y aceptabilidad. El tratamiento de control consistió únicamente en avena forrajera

(Avena sativa), mientras que los otros tres tratamientos incluyeron un 30% de arbustivas (acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*)), así como un 5% de melaza en cada uno. Los resultados mostraron que los ensilajes mixtos presentaron una composición nutricional superior en comparación con la avena sola, con contenidos de proteína que variaron entre el 11,43% y el 18%, Además, se demostró la eficiencia del proceso de ensilado en la eliminación de metabolitos anti nutricionales, ya que las saponinas, fenoles y alcaloides tendieron a desaparecer. En términos de aceptabilidad, todos los ensilajes obtuvieron una calificación buena.

Silva & Ruata (2020), buscó evaluar las preferencias alimentarias y la digestibilidad aparente del conejo de la raza mariposa amazónica (*Oryctolagus cuniculus*). Empleando ingestas de preferencia alimentaria como *Erythrina poeppigiana*, *Trichanthera gigantea*, *Cyclanthus bipartitus*, *Tithonia diversifolia*, *Justicia brandegeana* y *Cassia tora*. Se confirmó la digestibilidad aparente de las heces de *Erythrina poeppigiana* y *Tithonia diversifolia*, concluyendo que los conejos poseen capacidades extraordinarias para aprovechar los alimentos.

2.2. Bases teóricas – científicas

Ubicación taxonómica del cuy.

La siguiente clasificación zoológica corresponde al *Cavia Porcellus*, según (Quintana, 2013)

• Orden: Rodentia
• Suborden: Hystricomorpha
• Familia: Caviidae
• Género: Cavia
• Especie: Cavia Porcellus (Erxleben)

El cuy y su crianza

El conejillo de Indias (*Cavia Porcellus*) es un animal roedor que proviene de las regiones andinas de Bolivia, Perú, Ecuador y Ecuador. una especie herbívora que es prolífica, tiene un ciclo reproductivo corto y es muy adaptable a diferentes ambientes y climas. Además, su dieta es muy diversa. Su carne es producida localmente y tiene un alto valor biológico, y sus costos de fabricación son relativamente bajos. Actualmente, ayuda a las personas rurales con recursos limitados a tener acceso a la seguridad. (Poma, 2011).

El cuy es un animal con un grado de adaptación admirable muy adaptable a la hora de alimentarse, por lo que puede utilizar una amplia gama de insumos en su dieta. Estos insumos incluyen forrajes (alfalfa, kudzu, pasto de elefante, brachiaria, etc.), cereales (cebada, maíz, salvado de trigo, torta de soja, trigo, etc.), tubérculos, así como sus subproductos, desechos de cultivos y forrajes nativos. residuos y semillas nativas. (Nieves et all, 2009)

El contenido de energía del alimento y los mecanismos digestivos de los cuyes controlan el consumo voluntario de carbohidratos, grasas y proteínas. Sin embargo, no hay pruebas que sugieran que la saciedad de una ración, ya sea más o menos, tenga un impacto en el consumo de alimentos a largo plazo. Sin embargo, otros factores pueden causar variaciones en el consumo de alimentos. (Martínez, 2005)

Otros insumos cárnicos a comparación de la carne del cuy, tienen un menor porcentaje de proteína y mayores porcentajes de grasa, en cambio, con respecto al cuy, posee un nivel de proteína (20,3%), niveles bajos de grasa (7,8%) y reducidos niveles de minerales (0,8%), menciona Castillo, (2013)

Según Dihigo, (2007) refiere a que los cuyes deben mantenerse en un espacio adecuado para que puedan estar cómodos. Las jaulas pueden tener diferentes medidas, una longitud de 1,5 a 2 metros, y el segundo piso debe ser más alto (0,60 m) que los pisos superiores, que generalmente son pisos de tres plantas. Es recomendable mantener de 10 a 15 cuyes reproductores o 6 a 7 hembras por cada macho es la mejor opción.

Fisiología digestiva del cuy

El cuy, viene a ser una especie de herbívoro monogástrico, se clasifica por anatomía digestiva como un fermentador posgástrico cecal porque concentra microorganismos en el ciego. La ración de alimento afecta la actividad de ambos órganos; tiene un ciego funcional donde ocurre la fermentación microbiótica y un estómago donde ocurre la digestión enzimática. Esta característica hace que incremente su capacidad de adaptabilidad de los sistemas de alimentación. (Castillo et al, 2013)

La ingestión a través del estómago y el intestino delgado generalmente se mueve rápidamente y llega rápidamente al ciego, el paso por el ciego es más lento y puede demorar hasta 48 horas. (Choque, 2013)

Quintana et al (2013), refiere que la celulosa guardada fermenta a través de la acción microbiana, lo que mejora el uso de la fibra. En el nivel del ciego y el colon, ocurre la digestión microbiana, lo que permite el uso de la fibra y el colon. Además, se obtienen ácidos grasos de cadena corta como resultado de esta digestión, lo que ayuda a satisfacer las necesidades energéticas de esta especie. (Fernández, 2021). La digestión produce aminoácidos, monosacáridos y ácidos grasos que son absorbidos por las células de la mucosa intestinal y luego pasan a la sangre y la linfa principalmente al hígado.

Las sustancias no absorbidas siguen viajando hasta llegar a las heces, donde son eliminadas. La cobaya produce tanto heces ricas en nitrógeno por cecotrofia como heces pobres en nitrógeno. Esta materia fecal, que está unida a las bacterias de los intestinos (flora intestinal) y contiene algunos nutrientes parcialmente digeridos, puede ser consumida por el propio animal (cecotrofia). (Castillo et al, 2013)

Los microorganismos, principalmente las bacterias grampositivas, producen vitaminas del grupo B, síntesis de proteínas y ácidos grasos volátiles. Además, reciclan nitrógeno a través de un proceso llamado cecotrofia, que implica comer heces, para satisfacer sus necesidades nutricionales. (Castillo et al, 2013)

Fernández (2021). explica que Los bolos fecales, que tienen un alto contenido en proteínas y están formados por bacterias que han completado su ciclo vital en el ciego, viajan rápidamente por el intestino grueso y son tragados inmediatamente por la cobaya desde el ano. El término que define este hecho es cecotrofia. Al final, el material no digerido se transforma en materia fecal y, cuando ingresa al intestino grueso sin pasar por el ciego, se expulsa. Este fenómeno es uno de los componentes clave de la digestión de los cuyes.

Tanto el ciego como el intestino grueso absorben ácidos grasos de cadena corta. El intestino delgado y el estómago absorben los ácidos grasos de cadena larga y otros nutrientes, como aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas y algunos minerales. El órgano de gran tamaño conocido como ciego representa el 15% del peso de las vísceras de la cobaya. (Aguirre, 2008)

Debido a que las bacterias se multiplican más rápidamente de lo que las enzimas proteolíticas pueden descomponerlas, el rumen del cobayo es menos

eficaz que el rumen de los poligástricos. A pesar de que el tiempo que tardan los microorganismos en multiplicarse en el ciego es mayor que el tiempo que tardan en retener los alimentos, lo que aumenta su permanencia y, por lo tanto, la utilización eficaz de los nutrientes, esta especie supera el problema. (Aguirre, 2008)

Requerimientos nutricionales del cuy

Tabla 1. *Requerimientos nutricionales de los cuyes en las diferentes etapas fisiológicas.*

Etapa	Proteína (%)	ED (Kcal./Kg.)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Crecimiento	13-18	2.900	1.20	0.60
Engorde	13-18	2.900	1.20	0.60
Gestación	18-20	2.860	1.40	0.80
Lactancia	20-22	2.860	1.40	0.80

Tabla 2. *Tabla requerimientos nutricionales de los cuyes.*

NUTRIENTES (%)	CONCENTRACIÓN
Proteína	16.00
Fibra	15.00
Lisina	0.70
Metionina	0.35-0.64
Cistina	0.36
Met + Cis	0.65-0.70
Arginina	1.20-1.26
Triptofano	0.16-0.20
Calcio	0.80
Fósforo	0.60
Energía digestible (Kcal/Kg)	2.500

Fuente: Castillo (2013)

Sistemas de alimentación

Basurto (2017) demuestra que el tipo de alimento disponible determina el sistema de alimentación de los cuyes. Los cuyes son una especie de alimentación variada gracias a la mezcla dietética proporcionada por concentrados o restricciones alimentarias. En realidad, el animal puede comer solo plantas o agregar un contenido más equilibrado a su dieta.

Alimentación con forraje

La frecuencia con la que se consume depende de la productividad del animal, que puede mejorar significativamente si se consume al menos dos veces

al día. La capacidad de absorción de forraje verde varía según el tipo de alimento utilizado y el rendimiento del animal, pero puede alcanzar hasta el 30% del peso vivo.

La cantidad proporcionada por cabeza y día varia de 80 a 200 g. Si se consume 200 g de alfalfa por día por cabeza, el peso final es de 1039 g, pero se gana solo 631 g. Con una dosis de alfalfa de 80 g por cabeza al día, el peso final fue de 812,6 g y se ganaron 588,2 g en total. Cuando se utilizan dietas especializadas para el crecimiento y finalización de los conejillos de indias, la temporada de crecimiento se extiende y la ganancia diaria es de 5 a 8 gramos por día. Esto permite que los animales alcancen pesos de mercado y de producción adecuados sin tener un canal excesivamente bueno porque su dieta carecía de la energía necesaria para rendir adecuadamente. (Valverde et al, 2021)

La avena forrajera.

Silva & Ruata (2020), mencionan que la avena es un cereal de gran importancia en las regiones templadas y del trópico alto, ocupando el quinto lugar en la producción mundial de cereales. Aunque se originó en Asia central, al principio no tuvo la misma relevancia que otros cereales como el trigo o la cebada. Se han encontrado restos arqueológicos tempranos en el antiguo Egipto, pero no hay pruebas de que hayan sido cultivadas por esta civilización. Los primeros cultivos de avena datan de entre los años 3000 y 2000 a.C. en Europa central.

La planta de avena tiene hojas planas, alargadas y lanceoladas que pueden alcanzar hasta 40 cm de longitud. Su color verde azulado distintivo la diferencia de la cebada y el trigo. En la parte superior de cada tallo, forma inflorescencias llamadas panículas, compuestas por múltiples espiguillas individuales. Cada

espiguilla produce un fruto conocido como cariósipide o grano, que tiene un tamaño promedio de 15 mm.

Tabla 3. Composición química del cultivo de avena forrajera.

MS%	CENIZAS%	PC%	EE%	FDN%	FDA%
39.92	5.17	3.99	2.38	46.86	27.42

Fuente: Ramos et all (2013).

Tabla 4. Estados fenológicos del cultivo de avena.

Etapas de desarrollo	Días aproximados después de germinación	Características en la planta
0	Primera etapa visible	<i>Germinación:</i> hinchamiento de la semilla y germinación a través de la superficie del suelo.
1	1	<i>Desarrollo de la plántula:</i> salida para llegar a ser visible.
2	5	<i>Amacollamiento:</i> iniciación y desarrollo de nuevos brotes
3	37	<i>Elongación del tallo:</i> los nudos son visibles encima del suelo.
4	48	<i>Embuche:</i> la panícula se ubica en una vaina de la hoja bandera
5	58	<i>Panícula:</i> existe un extendimiento de la hoja bandera
6	60	<i>Floración:</i> el polen es diseminado y existe un desarrollo de semilla.
7	68	<i>Grano lechoso:</i> llenado del grano, desarrollando un líquido lechoso.
8	74	<i>Grano masoso:</i> los granos alcanzan a ser firmes.
9	80	<i>Madurez fisiológica:</i> los granos están completamente desarrollados.

Fuente: Silva & Ruata (2020)

Variedades de avena forrajera.

Ramo (2013) hace mención que, las variedades de avena forrajera más cultivadas a nivel de la sierra peruana son:

- Mantaro 15 M, distribuida en la sierra central.
- INIA 904 .
- INIA 903.
- INIA 902.
- INIA 905 .

Y según Valverde et all (2021), las variedades más comunes son:

Variedad Altoandina:

Agrosavia liberó esta variedad en 2018, la cual está especialmente adaptada a altitudes que oscilan entre 2.200 y 3.200 metros. La altura de la planta varía entre 120 y 157 cm, y el volcamiento puede ser de 0 a 13 %. Se recomienda una densidad de siembra de 80 kg/ha para obtener forraje y 60 kg/ha para la producción de semillas. Esta variedad es versátil y puede ser utilizada tanto para pastoreo como para corte o ensilaje. En términos de rendimiento, produce entre 80 y 100 toneladas por hectárea de forraje verde. Además, es posible asociarla con vicia.

Condiciones agroecológicas

Silva & Ruata (2020). La avena se adapta bien a un rango de pH de 5 a 7 y se recomienda sembrarla en suelos recién arados y ricos en materia orgánica. Por lo general, se cultiva en terrenos con pendientes que no superen el 20% y que permitan una preparación adecuada según la zona.

Valor nutricional del ensilaje de avena

En términos del valor nutricional de los ensilajes de avena, se destaca que, a diferencia del maíz, la maduración de la avena ocurre en la parte superior de la panoja, donde se concentran la mayoría de los granos. Esto asegura una buena calidad del ensilaje. Para obtener un rendimiento óptimo de forraje y un ensilaje de alta calidad, se recomienda cosechar la avena cuando el primer tercio de la panoja haya alcanzado un estado pastoso, lo cual se puede identificar por su tono marrón. En este punto de madurez, aproximadamente el 60% de los granos se encuentra en estado lechoso y pastoso, específicamente entre los nudos 4 y 6 contados desde la base de la panoja. Según Quintana et al (2013)

Tabla 5. Rango de valores nutricionales de ensilaje de avena.

Forrajes	Ensilaje de avena				Ensilaje de maíz			
Valores nutricionales sobre MS (%)	20-25	25-30	30-35	>35	20-25	25-30	30-35	>35
Materia seca (MS) (%)	22,50	27,50	32,50	35,00	22,50	27,50	32,50	35,00
Humedad (%)	77,50	72,50	67,50	65,00	77,50	72,50	67,50	65,00
Cenizas (% MS)	9,58	9,07	7,57	7,17	6,31	4,51	4,18	4,01
Proteína bruta PB (% MS)	10,10	8,91	8,32	8,66	8,41	7,68	7,13	6,95
NH4 (% MS)	-	-	-	-	0,25	0,21	0,23	0,23
Extracto etéreo EE (% MS)	4,10	3,60	3,40	3,10	4,35	4,40	4,20	3,76
Fibra bruta FB (% MS)	38,20	31,30	29,60	29,70	27,00	25,20	24,50	23,70
Fibra detergente neutro FDN (% MS)	60,60	60,10	57,10	59,20	53,70	48,20	46,00	44,90
Fibra detergente ácido FDA (% MS)	41,30	38,80	35,90	36,10	33,30	29,10	26,80	25,30
LAD (% MS)	4,90	5,10	5,50	5,60	3,74	3,28	3,22	3,21
Almidón (% MS)	2,90	1,93	2,64	2,64	20,80	28,00	31,80	34,20
Energía metabolizable EM3 x Mcal/kg MS	2,21	2,19	2,16	2,04	2,35	2,45	2,46	2,46
Energía Neta Lactancia ENL Mcal/kg MS	1,36	1,35	1,33	1,24	1,47	1,54	1,55	1,55
UFL UF/kg MS	0,66	0,71	0,77	0,66	0,87	0,95	0,95	0,95
UFC UF/kg MS	0,63	0,64	0,70	0,66	0,81	0,89	0,91	0,91
Energía metabolizable EM Mcal/kg MS	2,19	2,14	2,16	2,02	2,39	2,53	2,54	2,54
Energía neta metabolizable ENM Mcal/kg MS	1,32	1,28	1,30	1,17	1,51	1,63	1,65	1,65
Energía neta (ENC Mcal/kg MS)	0,75	0,71	0,72	0,61	0,92	1,02	1,04	1,04
DEG (% PB)	62,00	68,00		66,00	64,00		60,00	
Digestibilidad DIG INT (% PB)	65,00				70,00			

Fuente: Quintana et al (2013).

El ensilaje

Quevedo (2015) afirma que el ensilaje es un proceso utilizado para conservar el forraje, manteniendo su estado físico similar al momento de la recolección, pero con cambios en su composición química debido a las fermentaciones. El objetivo principal es desencadenar fermentaciones lácticas que reduzcan el pH y estabilicen el producto, evitando fermentaciones acéticas o butíricas que degraden la proteína y produzcan sustancias perjudiciales.

Calidad del ensilaje

La calidad del ensilaje se evalúa considerando varios indicadores, como el olor, el color, la textura, el sabor y la naturaleza del cultivo ensilado. Un ensilaje de alta calidad debe cumplir ciertos criterios, como haber sido cosechado en el momento adecuado de su desarrollo, tener un pH de 4,2 o inferior, un contenido

de ácido láctico entre el 5% y el 9% en base seca, estar libre de hongos y malos olores como el amoníaco, el ácido butírico y la pudrición. Además, no debe presentar olores a caramelo o tabaco, y debe mostrar un color verde y una textura firme. Estos son los aspectos clave que se consideran al evaluar la calidad del ensilaje (Quevedo, 2015)

El ensilaje como alimento

Poma (2011) menciona que El valor del ensilaje como alimento se basa en su composición química, su digestibilidad y la cantidad consumida por los animales. La composición nutritiva del ensilaje está determinada por la naturaleza del forraje que se ensila, ya que el proceso de ensilado en sí no mejora la calidad original del forraje, pero si se realiza correctamente, puede preservar su calidad durante largos períodos de tiempo. La digestibilidad de la materia seca en el ensilaje puede ser ligeramente menor que la del forraje verde original, y la cantidad de proteína puede disminuir, especialmente si ocurre sobrecalentamiento en el silo. Sin embargo, los ácidos producidos por las bacterias durante la fermentación no causan cambios significativos en el contenido total de nutrientes del ensilaje.

Proceso de ensilado.

Nives et all (2009), dice que el proceso de ensilado se determina por un proceso de fermentación láctica espontánea en condiciones anaeróbicas. los carbohidratos son fermentados por las bacterias lácticas en efecto desencadenan la producción de ácido láctico y acético en menor cantidad. Reduciendo de esta manera el pH del ensilado, eliminando microorganismos que causan putrefacción. El procedimiento se divide en cinco etapas: fase aeróbica, fase de transición, fase

de fermentación, fase estable y deterioro aeróbico, pero antes de ello ocurren una serie de procesos físicos.

- **Paso 1** - Elegir un terreno plano, evitar suelos húmedos, ya que pueden afectar la calidad del ensilaje. El tamaño del área del silo dependerá de la cantidad de forraje que se desea ensilar y de las necesidades de alimentación de los animales, las cuales pueden variar a lo largo del año. Como referencia, aproximadamente un metro cúbico de silo puede almacenar entre 600 y 700 kg de forraje. Para establecer el silo, se requiere cultivar avena con una producción mínima de 60 toneladas por hectárea.
- **Paso 2** – La cosecha de avena se realiza, cuando los granos estén en estado lechoso y pastoso, y el contenido de materia seca del forraje se encuentre entre el 25% y el 30%. Ignorar estos parámetros puede ocasionar pérdidas parciales o totales de ensilaje. Es fundamental picar el material para ensilar en trozos no mayores a 3 cm, ya que esto facilita el proceso de fermentación y mejora la calidad del ensilaje. Además, se recomienda aplicar inoculantes para promover una fermentación óptima y prevenir la pérdida del producto durante el proceso de maduración en el silo. En el caso de los silos de trinchera, la avena se puede cortar y ensilar en capas cruzadas, lo que evita la necesidad de picar el material.
- **Paso 3** - Es necesario colocar una capa inicial de material vegetal, como paja de trigo, cebada, aserrín o plástico, en el área del silo. Esta capa tiene como objetivo evitar el contacto directo del forraje con el suelo y retener los líquidos ricos en nutrientes que pueden filtrarse.
- **Paso 4** - Después de picar el forraje, se coloca de manera uniforme sobre el material aislante o el plástico que sirve como base en el silo. Es importante

esparcirlo de manera uniforme para evitar la formación de espacios vacíos. El proceso de llenado del silo debe comenzar desde los extremos y se deben formar capas superpuestas

- **Paso 5** - Es de vital importancia, ya que busca eliminar la mayor cantidad de aire posible para iniciar rápidamente la fase anaeróbica o de fermentación. Dependiendo del tipo de almacenamiento, ya sea en canecas, bolsas plásticas, silos de trinchera o montones, se puede utilizar un pisón de metal o madera, o incluso un tractor equipado con llantas limpias para compactar el forraje en capas delgadas de no más de 30 cm. También se puede lograr la compactación utilizando animales o personas. El objetivo es alcanzar una densidad de entre 700 y 800 kg/m³ de forraje. Una vez compactado, se procede a sellar el silo con plástico para evitar la presencia de aire y se cubre con una tela polisombra para protegerlo de temperaturas elevadas y prevenir la pérdida de proteína. Este proceso de sellado y protección es fundamental para preservar la calidad del ensilaje durante su almacenamiento.
- **Paso 6** - Una vez que el silo ha sido cubierto y sellado, comienza el proceso de maduración., ocurre la siguiente reacción química:

Fase 1. Fase Aeróbica.

El oxígeno que se encuentra en el forraje disminuye rápidamente debido a la respiración de microorganismos que necesitan aire y a la actividad enzimática. Este proceso ocurre en un lapso de pocas horas. Es importante destacar que la presencia de oxígeno en la masa vegetal se reduce de manera acelerada. En relación a la respiración de los microorganismos, es necesario que el forraje esté fresco, con un pH entre 6,5 y 6,0.

Fase 2. Fase de transición.

Durante la fase de transición, también conocida como etapa de fermentación intracelular, se agota el oxígeno y comienza un proceso en el que los azúcares presentes en el forraje se descomponen en alcohol y dióxido de carbono. En esta fase, las bacterias que producen ácido acético desaparecen y se crea un entorno propicio para el crecimiento de bacterias ácido-lácticas.

Este proceso de transición conlleva un descenso en el pH del ensilaje, que se prolonga durante unos pocos días. Durante este tiempo, se produce un cambio significativo en la acidez del medio, lo cual es esencial para preservar y mejorar la calidad del ensilaje.

Fase 3. Fase de Fermentación.

Este proceso comienza cuando se establece un entorno sin oxígeno, conocido como ambiente anaeróbico. La duración de esta etapa puede variar dependiendo de las características del material que se está ensilando y las condiciones ambientales en el momento del ensilaje, abarcando desde varios días hasta semanas. Durante esta etapa, la actividad bacteriana aumentará y las bacterias se convertirán en la población dominante si la fermentación progresa de manera exitosa.

Uno de los cambios más significativos que ocurren es la disminución del pH del ensilaje, que se alcanza mediante la producción de ácido láctico y otros ácidos. Como resultado de esta producción ácida, el pH del ensilaje se reducirá hasta alcanzar valores comprendidos entre 3,8 y 5,0. Este descenso en el pH es un indicador clave de que la fermentación está progresando adecuadamente y contribuye a la preservación y calidad del ensilaje.

Fase 4. Fase Estable.

Durante la fase 2, la mayoría de los microorganismos presentes disminuyen gradualmente en cantidad. Algunos microorganismos acidófilos se mantienen inactivos durante este período, mientras que otros, como los clostridios y bacilos, permanecen en forma de esporas. Solo algunas proteasas y carbohidrasas, así como el *Lactobacillus buchneri*, que puede tolerar ambientes ácidos, continúan estando activos, aunque a un ritmo más lento. Si el entorno se mantiene libre de aire, se producen pocos cambios significativos durante esta etapa

Fase 5. Deterioro Aerobio

Este proceso ocurre en todos los ensilajes cuando se abren y se exponen al aire para su uso, aunque también puede ocurrir antes debido a daños en la cubierta del silo causados por pájaros o roedores, por ejemplo. El deterioro de los ensilajes puede dividirse en dos etapas distintas. La primera etapa se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que mantienen la calidad del ensilaje, debido a la acción de levaduras y, ocasionalmente, bacterias que producen ácido acético. Esto lleva a la segunda etapa de deterioro, en la cual la temperatura y la actividad de los microorganismos dañinos para el ensilaje, como los bacilos, aumentan. En esta etapa final, también se observa la actividad de otros microorganismos aeróbicos y facultativos, como las enterobacterias y los mohos.

Casi todos los ensilajes que se abren y se exponen al aire experimentan este deterioro aeróbico. Las áreas afectadas sufren pérdidas de entre el 1,5% y el 4,5% de su materia seca por día debido al deterioro.

Estimación del valor energético del alimento

Narváez (2012). La evaluación del valor energético de un alimento se refiere a la cantidad de energía que proporciona para cumplir una función

metabólica específica, y existen varias formas de realizar esta evaluación. La forma más precisa de hacerlo implica llevar a cabo pruebas con animales en cámaras calorimétricas o de respiración, donde se registran de manera precisa el consumo de nutrientes y la eliminación de los productos metabólicos, incluyendo los gases. Sin embargo, este enfoque requiere equipos especializados y costosos.

Debido a las dificultades asociadas con este enfoque preciso, se han desarrollado métodos alternativos para estimar el valor energético de los alimentos. Uno de los métodos más utilizados a nivel mundial es la estimación basada en la composición química y la digestibilidad. En este enfoque, se analizan los componentes químicos del alimento y se considera la proporción de nutrientes que se pueden digerir y absorber. A partir de estas mediciones, se estima el contenido energético del alimento. Aunque este método es menos preciso que las pruebas con animales, proporciona una estimación razonable y es más práctico en términos de costos y recursos requeridos (Martínez, 2005)

- a. **Nutrientes digestibles totales (NDT):** Nutrientes digestibles totales (NDT) se emplea para estimar de forma aproximada la energía liberada por un componente alimentario. Esto se logra multiplicando la suma de todos los compuestos presentes en el alimento por su coeficiente de digestibilidad. Este método permite evaluar la energía en términos de porcentaje o kilogramo (Mamani, 2018)
- b. **Digestibilidad de la materia seca (DMS):** Según Juna (2016) la digestibilidad de la materia seca (DMS) es una medida que indica la capacidad total de digestión de un alimento y se calcula a partir del porcentaje de fibra detergente ácida (FDA). Se han establecido relaciones entre la composición química y la digestibilidad, lo que permite predecir de manera

aceptable la digestibilidad de un alimento. El contenido de FDA es uno de los parámetros más utilizados en estas estimaciones. (Mamani, 2018)

Energía metabolizable (EM): La energía metabolizable (EM) se define como la fracción de la energía bruta (EB) de un alimento que se utiliza para funciones como el mantenimiento, la síntesis de nuevos componentes corporales o se convierte en calor, una vez que se ha restado la energía contenida en las heces, orina y productos gaseosos de la digestión del animal. La energía neta (EN) se refiere a la energía del alimento que está disponible para el mantenimiento corporal y los procesos productivos. Se puede clasificar en para mantenimiento (ENm) y EN para producción (ENp). En el caso del ganado lechero, se utiliza la Energía Neta de Lactación (ENL). El incremento calórico durante la síntesis de leche es menor que en la producción de carne, lo que da lugar a valores similares para ENm y ENp. (Juna, 2016).

Digestibilidad aparente

Jiménez et al (2008) Se realizaron pruebas de digestibilidad para evaluar la eficiencia con la que un producto alimenticio es utilizado y transformado en nutrientes en el tracto digestivo. Estas pruebas implican medir la absorción intestinal de moléculas pequeñas (como aminoácidos y ácidos grasos) y la digestión, que implica la descomposición de moléculas complejas presentes en los alimentos. La digestibilidad es una medida de la cantidad de alimento consumido y aprovechado, y su calidad puede variar significativamente entre diferentes especies. Para especies carnívoras, herbívoras u omnívoras, los valores de digestibilidad pueden ser considerablemente distintos. Los resultados de estas pruebas a menudo se examinan en relación con la edad, el estado fisiológico, la salinidad y la temperatura en una especie animal específica. Aunque el tránsito

del bolo alimenticio puede ser más lento en animales más grandes y más rápido en animales pequeños, la digestibilidad suele ser similar. (Moreno, 2015).

Según Jiménez et al., (2005), Llegaron a la conclusión de que la digestibilidad aparente se calcula sin considerar sustancias endógenas presentes, como células epiteliales descamadas, enzimas digestivas, desechos o secreciones de órganos como el hígado o el páncreas, microflora y sales minerales. En contraste, la digestibilidad verdadera toma en cuenta estas sustancias al restarlas.

a. Métodos para determinar la digestibilidad

Castillo et al (2013) dice que, para evaluar la digestibilidad de los alimentos en cuyes, se llevan a cabo estudios experimentales que involucran la medición de la cantidad de nutrientes consumidos y excretados. Los cuyes son alimentados con una dieta específica durante un período determinado, y luego se recogen y analizan las heces para determinar la cantidad de nutrientes no digeridos. A partir de estos datos, se calcula la digestibilidad de los nutrientes en cuestión.

En los estudios de digestibilidad, se considera todo el sistema gastrointestinal (digestibilidad total) o solo una parte de él (digestibilidad parcial). En los ensayos de digestibilidad completa, generalmente no se anestesia a los cuyes, y se los mantiene en jaulas metabólicas donde se recopila la excreta total o parcialmente. Estos métodos de recolección permiten realizar el proceso de recopilación de forma adecuada.

b. Coeficiente de digestibilidad aparente.

Castillo et al. (2013) indica, el coeficiente de digestibilidad se calcula mediante un cálculo matemático que toma en cuenta la diferencia entre la cantidad de alimento ingerido y la cantidad de alimento excretado en las

heces. Este cálculo generalmente se expresa como un porcentaje de materia seca y digestibilidad. La fórmula utilizada para calcular la digestibilidad es la siguiente:

$CDA = \frac{Ni - Ne}{Ni} \times 100$ Dónde: CDA= coeficiente de digestibilidad aparente Ni= nutriente ingerido Ne= nutriente excretado

La fibra es un componente esencial y orgánico que se puede medir después de cada etapa, incluyendo la digestión de los materiales secos (Choque, 2013). Para determinar el número de heces, se alimenta a un grupo específico de animales, aunque sean de la misma edad, sexo y especie, ya que la capacidad digestiva puede variar ligeramente entre individuos. Además, la duplicación de muestras puede revelar posibles errores en el análisis (Baltlori, 2001). Durante la etapa inicial o de transición de la dieta experimental, que generalmente dura de 7 a 14 días, se busca eliminar los residuos de comidas anteriores presentes en el tracto digestivo, teniendo en cuenta el consumo individual de cada animal durante la fase experimental.

c. Factores que afectan la digestibilidad.

Aguirre, (2008) La influencia en la digestibilidad está determinada por diversos parámetros, que incluyen aspectos relacionados con el animal, el entorno, la alimentación y otros factores. Algunos de estos factores destacados son los siguientes: la evolución del sistema gastrointestinal en diferentes especies (como rumiantes versus herbívoros monogástricos), la composición fisicoquímica del alimento, la composición y proporción de nutrientes en la dieta, el tamaño de las partículas alimenticias, el procesamiento previo del alimento (como cocción u otros tratamientos) y el uso de productos químicos para neutralizar los antinutrientes presentes. Otros

factores incluyen la presencia de antinutrientes, la ingesta voluntaria de alimentos, los niveles de consumo de alimentos, la indigestión, las deficiencias de nutrientes, la frecuencia de las comidas, el manejo de los animales y los efectos relacionados con la alimentación

2.3. Definición de términos básicos

- **Análisis proximal de los alimentos (Weende).** Conocido como análisis inmediato o metodología de Weende, es un sistema antiguo desarrollado en el siglo XIX en Alemania para determinar el contenido de nutrientes en los alimentos. Consiste en seis componentes que poseen propiedades químicas o nutritivas similares, los cuales se agrupan en las siguientes determinaciones: materia seca, proteína cruda, extracto, etéreo, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.
- **Anaeróbico.** Se refiere a la anaerobiosis o a los organismos anaerobios, es decir, aquellos que no utilizan oxígeno libre en su metabolismo.
- **Forraje.** Se refiere a las gramíneas o leguminosas que se cosechan para ser utilizadas como alimento para animales domésticos herbívoros. Puede ser suministrado en forma verde, seca o procesada, como heno, ensilaje, rastrojo, sacharina o amonificación.
- **Digestibilidad.** Un alimento con alta digestibilidad se traduce en una alta biodisponibilidad de nutrientes que son absorbidos y que llegan a los órganos diana donde pueden cumplir con su función fisiológica cubriendo así los requerimientos nutricionales del individuo
- **Rendimiento productivo.** Es la manifestación de las características productivas de los animales como resultado de la interacción de un número de variables y fisiología, las cuales difieren según el manejo que se le dé a

las técnicas y criterios primarios empleados en la producción animal, se puede comprender el rendimiento, la eficiencia y la adaptabilidad constante de los animales, lo que permite llevar a cabo procedimientos de selección para la mejora, el crecimiento de peso y la conversión alimenticia, la mortalidad y el índice de eficiencia son las principales métricas medidas en la producción animal.

- **Conversión alimenticia.** Es el parámetro que indica la cantidad de alimento que debe consumir un animal para ganar un kilogramo de peso vivo.
- **Incremento de peso vivo.** se refiere a la ganancia de masa muscular que el animal logra obtener a lo largo de un determinado periodo, tiene relación directa con el tipo de alimentación que estos reciben.
- **Energía.** Es un elemento fundamental para la vida, aunque su evaluación química resulta abstracta. Por lo tanto, los valores energéticos de los alimentos se obtienen a través de ecuaciones predictivas o fórmulas que utilizan otros nutrientes que sí se pueden medir químicamente, como los carbohidratos, proteínas y grasas. Es importante destacar que el valor energético de un alimento puede variar entre diferentes especies animales, como las vacas lecheras y los cerdos, debido a que cada especie utiliza el alimento de manera diferente en términos de eficiencia (Meléndez, 2015). En el campo de la nutrición animal, los valores energéticos de los alimentos, las dietas y los requerimientos se expresan comúnmente como nutrientes digestibles totales.
- **Levadura.** Se refiere a una masa compuesta por hongos unicelulares que tienen la capacidad de fermentar la sustancia con la que se mezclan. Estos hongos unicelulares tienen una forma ovalada, se reproducen a través de

gemación o división, forman cadenas y producen enzimas capaces de descomponer diversos compuestos orgánicos, principalmente azúcares, en sustancias más simples (RAE, 2001)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- **H₁**. El tiempo de secado tiene efectos significativos en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y en la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes del Centro Experimental de Huariaca - UNDAC.
- **H₀**. El tiempo de secado no tiene efectos significativos en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y en la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes del Centro Experimental de Huariaca – UNDAC

2.4.2. Hipótesis específica

- **He1**. El contenido de proteínas, fibra, minerales y energía del ensilado de avena forrajera varía en función del tiempo de secado.
- **H0**. El contenido de proteínas, fibra, minerales y energía del ensilado de avena forrajera no varía en función del tiempo de secado.
- **He2**. La digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes se ve afectada por el tiempo de secado.
- **H0**. La digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes no se ve afectada por el tiempo de secado.
- **He3**. Uno de los tratamientos mejora el rendimiento productivo de los cuyes.

- **H0.** Ninguno de los tratamientos mejora el rendimiento productivo de los cuyes.

2.5. Identificación de variables

Variables dependientes:

- Digestibilidad de nutrientes
- Composición nutricional.
- Valores energéticos

Variables independientes:

- Tiempo de secado.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 6. Definición operacional de variables.

Variables	Tipo	Def. conceptual	Indicadores	Tipo	Escala	Instrumentos de medición
TIEMPO DE SECADO	VI	Refiere al tiempo que se somete a la muestra para la pérdida de agua.	- Kg de FV	Cuantitativo	Continua	Balanza, bandeja.
DIGESTIBILIDAD	VD	Porcentaje de aceptación aprovechamiento de un insumo por parte del animal.	- Kg de heces colectadas. - % de humedad	Cuantitativo	Continua	Análisis proximal. balanza.
GANANCIA DE PESO VIVO	VD	Resultado de la interacción del peso final y peso inicial.	-Longitud y peso	Cuantitativo	Continua	Balanza, registros.
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	VD	Concentración de nutrientes de un determinado insumo.	- % de nutrientes	Cuantitativo	Razón	Equipos de laboratorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Según la declaración antecesora del argumento, nuestro estudio se enmarca dentro de la categoría de **investigación experimental**. En este tipo de investigación, se pone énfasis en establecer relaciones de causa y efecto, donde el investigador tiene un control completo sobre las unidades experimentales.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo. Este tipo de investigación busca establecer relaciones causales entre variables y responder al "por qué" de los fenómenos. En este caso, el estudio se enfoca en analizar los efectos del secado del forraje (variable independiente) en la conversión alimenticia y la ganancia de peso de los cuyes (variables dependientes).

3.3. Métodos de investigación

Al involucrarnos en investigaciones, vamos construyendo nuevos conocimientos y resolviendo problemas, lo que nos permite convertirnos en

expertos y desarrollar investigaciones. Para llevar a cabo este proceso, se recomienda realizar salidas de campo, trabajar en laboratorios y analizar los resultados obtenidos. Todo esto nos conduce a utilizar un método de **investigación cuantitativa**.

3.4. Diseño de la investigación

El proyecto de investigación empleó un **Diseño completamente al azar**.

De los animales: Se utilizaron cuyes en fase de recría del centro experimental de Huariaca, específicamente del tipo 1, con una preferencia por machos. En total, se emplearon 12 cuyes que fueron distribuidos en los 4 tratamientos establecidos. Para garantizar un correcto acopia de datos en el estudio, se acondiciono jaulas metabólicas de dimensiones 1.5 m x 1.5 m. La duración total de la investigación será de 60 días, considerando diferentes etapas. Donde el proceso de ensilado duro 20 días y el análisis proximal se llevó a cabo durante 5 días. Posteriormente, 5 días para el acondicionamiento de la infraestructura. Luego, fueron 14 días para la adaptación progresiva del consumo de forraje, en proporciones correspondientes a los tratamientos establecidos. La etapa de experimentación, que contemplo el acopio de excretas y la recopilación de datos, se extendió durante 5 días. Después, se utilizó 6 días para el procesamiento de muestras y, finalmente, 5 días para el análisis estadístico de los resultados obtenidos. Con el objetivo de maximizar la eficiencia en la toma de datos, se asignaron códigos a las unidades experimentales. Además, se implementó un cronograma sanitario para garantizar la salud de los cuyes y la calidad de los datos recopilados. La toma de datos se realizó semanalmente para determinar la ganancia de peso vivo y diariamente para calcular el consumo de alimento

De los alimentos: El ensilado fue elaborado en las instalaciones del laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, se emplearon aditivos como la sal y melaza por cada capa de 7 cm para prever mayor confort, fueron compactados en silos acondicionados con Tubos PVC para desagüe, para ello, posterior al corte procedimos al secado a diferentes tiempos, posteriormente el picado y compactado para concluir con el sellado. Las fases del trabajo son los siguientes:

Fase 1: Elaboración de ensilado con diferentes tiempos de secado.

Se colecto la avena forrajera (*Avena sativa*) en los campos del Centro Productivo de la cooperativa de Yanamate. Se prepararon diferentes lotes de avena forrajera para el ensilado, considerando los tiempos de secado establecidos: 8 horas, 12 horas, 24 horas y 0 horas. En cada lote se colocó en recipientes adecuados y se procede a su secado según el tiempo establecido. Una vez finalizado el tiempo de secado, se almacenan los ensilados en condiciones adecuadas para su posterior análisis. Esta fase fue crucial para obtener los diferentes tratamientos en base de ensilados de avena forrajera con tiempos de secado variables. Al elaborar los ensilados, se simulan condiciones reales de producción y almacenamiento, lo que permitirá evaluar cómo el tiempo de secado afecta la composición nutricional del ensilado y, posteriormente, su digestibilidad en los cuyes. Cabe recalcar que el ensilado ya se encuentra en estado óptimo para ser utilizado.

Fase 2: Análisis proximal de los ensilados obtenidos.

Se toman muestras representativas de cada ensilado elaborado en la fase anterior, así mismo, se realizan análisis de laboratorio para determinar la composición nutricional de los ensilados, incluyendo contenido de proteínas,

fibra, minerales y energía. Esta fase es necesaria para obtener información precisa sobre la composición nutricional de los diferentes ensilados de avena forrajera. Los análisis proximales proporcionarán datos cuantitativos sobre los nutrientes presentes en cada muestra de ensilado, lo que permitirá evaluar cómo el tiempo de secado influye en su composición.

Fase 3: Acondicionamiento de jaulas metabólicas.

Se prepararon jaulas metabólicas adecuadas para alojar a los cuyes durante el periodo experimental, además se proporciona un ambiente adecuado en términos de temperatura, iluminación y ventilación en las jaulas. Del mismo modo se realizará adaptaciones en la alimentación de los cuyes para garantizar una transición gradual hacia el consumo de los ensilados. El acondicionamiento de las jaulas metabólicas asegura un entorno controlado y propicio para llevar a cabo el estudio. Además, se realiza una adaptación progresiva de los cuyes a la nueva dieta, lo cual es importante para evitar posibles trastornos digestivos y asegurar la aceptación de los ensilados.

Fase 4: Etapa experimental.

Semana 1: Pre-adaptación: Se introdujo a los cuyes en las jaulas metabólicas y se les proporciona una dieta compuesta por un 70% de dieta basal y un 30% de ensilado. En esta semana realizaremos el monitoreo del consumo de alimento y se registrarán los datos relevantes.

Semana 2: Adaptación: Se ajusta la proporción de la dieta, pasando a un 70% de ensilado y un 30% de dieta basal. Se continúa monitoreando el consumo de alimento y se registran los datos.

Semana 3: Experimentación y colección de heces: Se recopilan las heces de los cuyes para su posterior análisis de digestibilidad. Se registran datos

adicionales relevantes, como el peso corporal de los cuyes y posibles cambios en su comportamiento alimentario.

Esta etapa experimental permitió evaluar la respuesta de los cuyes a los diferentes ensilados de avena forrajera. La adaptación progresiva de la dieta y la recolección de heces permiten obtener datos precisos sobre la digestibilidad aparente de los ensilados en los cuyes, lo que ayudará a determinar el efecto del tiempo de secado en la utilización de los nutrientes contenidos en el ensilado.

Fase 5: Evaluación de digestibilidad.

Las muestras de heces recolectadas se sometieron a análisis de laboratorio para determinar la digestibilidad aparente de los ensilados en los cuyes. Se registran y documentan los resultados obtenidos. La evaluación de la digestibilidad aparente de los ensilados en los cuyes es el objetivo final de este estudio. Mediante el análisis de las muestras de heces, se calcula la cantidad de nutrientes aprovechados por los cuyes a partir de los ensilados.

Con el objetivo de maximizar la eficiencia en la toma de datos, se asignó códigos a las unidades experimentales. Además, se implementa un cronograma sanitario para garantizar la salud de los cuyes y la calidad de los datos recopilados. La toma de datos se realizó semanalmente para determinar la ganancia de peso vivo y diariamente para calcular el consumo de alimento.

3.5. Población y muestra

La población que se consideró para el análisis del presente trabajo de investigación es de $(N) = 12$ cuyes en recría, estos fueron distribuidos aleatoriamente en los 4 tratamientos considerando el testigo, con tres repeticiones cada uno, La investigación tuvo una duración de 60 días.

Del tamaño de muestra:

Para prever eficiencia en la toma de datos, se utilizó el 100% de la población (es).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para resolver el objetivo planteado que está relacionado al conocimiento conceptual y procedimental, en la investigación se recolecto datos constantes de los parámetros productivos, y para ello se hizo uso de instrumentos como la balanza, del mismo modo, para realizar el análisis de la digestibilidad de los insumos se envió a laboratorio.

Para el procesamiento de muestras de ensilado de avena forrajera y excretas de los cuyes fueron colectados durante el experimento. Estas muestras fueron procesadas de acuerdo con los protocolos establecidos antes de realizar los análisis. Esto incluyo la molienda de las muestras, la extracción de nutrientes o la preparación de soluciones y reactivos necesarios para los análisis.

Para el análisis de composición nutricional, se utilizaron técnicas de laboratorio para analizar la composición nutricional del ensilado de avena forrajera. Esto determino la inclusión de proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, minerales, vitaminas y otros componentes. Se aplicaron métodos específicos, como la espectrofotometría, cromatografía o técnicas enzimáticas, según el componente que se desee analizar.

Para el cálculo de digestibilidad aparente del ensilado de avena forrajera en los cuyes se utilizaron los datos de consumo de alimento y excretas recolectados durante el período experimental. Se calculó la cantidad de nutrientes consumidos y excretados, determinando la fracción digerida. Esto puede requerir el uso de ecuaciones o fórmulas específicas.

Finalmente, para el análisis estadístico, se realizó un análisis estadístico para evaluar la significancia de los resultados obtenidos, análisis de varianza (ANOVA), según el diseño experimental y los objetivos del estudio. Los resultados estadísticos ayudaron a determinar si existen diferencias significativas entre los diferentes tiempos de secado del ensilado y su impacto en la composición nutricional y digestibilidad aparente.

También se pueden realizar comparaciones con estudios previos o establecer recomendaciones para la práctica o futuras investigaciones.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los resultados de los parámetros productivos fueron almacenados en una base de datos para que posteriormente procesemos la información que nos permitir aceptar o rechazar nuestra hipótesis.

Las técnicas son las siguientes:

- **Análisis de composición nutricional:** Se utilizaron técnicas de laboratorio para analizar la composición nutricional del ensilado de avena forrajera. Esto incluye la determinación de proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, minerales, vitaminas y otros componentes.
- **Digestibilidad aparente:** Durante 5 días se realizó el acopio de orina y heces para proceder a pruebas convencionales y posteriormente serán embarcados al laboratorio. Se calculó la digestibilidad aparente del ensilado de avena forrajera en los cuyes utilizando los datos de consumo de alimento y excretas recolectados durante el período experimental. Se calculó la cantidad de nutrientes consumidos y excretados, determinando la fracción digerida. Implementando el uso de ecuaciones o fórmulas específicas

- **Consumo de alimento:** Se calculó la diferencia entre el concentrado ofrecido y el sobrante antes de suministrarle la siguiente ración. Para calcular el consumo de alimento promedio por cada animal al día, dividiremos el consumo real entre la cantidad de animales que hay en el corral.
- **Peso corporal:** Fueron pesados todos los días, y el promedio alimentado en la base de datos será calculado cada 7 días.
- **Ganancia de peso:** Se calculó mediante la diferencia entre el peso final e inicial de los cuyes durante cada semana.
- **Índice de conversión alimenticia:** Se determinó a partir de los kg de alimento consumido entre los kg de ganancia semanal.

3.8. Tratamiento estadístico

Para un primer nivel de análisis, se aplica la técnica de estadística descriptiva, por ejemplo, los datos fueron graficados en tablas de contingencia, que facilita la ordenación y comparación de los datos, esto nos permite conocer los parámetros de la muestra con las que se trabaja. El recuento necesario para la elaboración de cálculos, en nuestro proyecto hacemos uso de tablas con su análisis e interpretación del resultado.

- Tratamiento 1: Ensilado con 0 horas de secado
- Tratamiento 2: Ensilado con 8 horas de secado
- Tratamiento 3: Ensilado con 12 horas de secado
- Tratamiento 0: Ensilado con 24 horas de secado

Por cada tratamiento se proyectó utilizar 3 repeticiones, que fueron aleatorizados de la siguiente manera en las jaulas metabólicas, considerando que todos son destetados machos, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

T1_R2	T0_R1	T2_R2
T3_R1	T2_R1	T0_R2
T0_R3	T3_R2	T1_R3
T2_R3	T1_R1	T3_R3

Modelo Estadístico del diseño de investigación completamente al azar.

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

En donde:

Y_{ij} Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ Efecto de la media general

t_i Efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} Efecto del error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El trabajo de investigación tuvo un enfoque centrado en el bienestar de los animales involucrados en el estudio. Se tomaron todas las medidas necesarias para asegurar que los animales sean tratados de manera ética, proporcionando condiciones adecuadas de alojamiento, alimentación y cuidado veterinario. Se tomaron medidas correctas para minimizar cualquier estrés o sufrimiento innecesario para los animales.

Los investigadores efectuaron la investigación con un principio en bienestar animal, brindando un manejo técnico que no cause daños, lesiones, entre otros a los animales, sobre todo frente a enfermedades. En los diferentes procedimientos al existir posibles riesgos como caídas, cortes y/o otros los involucrados con conocimiento en ello efectuaron siempre con mayor cuidado los diferentes trabajos para el desarrollo de la investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.

El acondicionamiento del ambiente fue una fase crucial para garantizar que las condiciones fueran adecuadas para los cuyes a lo largo del estudio. Las jaulas metabólicas se acondicionaron adecuadamente para alojar a los cuyes durante el periodo experimental. Se proporcionó un ambiente controlado, con temperaturas estables, iluminación adecuada y un sistema de ventilación eficiente para asegurar el bienestar de los animales. Además, se adaptó progresivamente la dieta de los cuyes, facilitando la transición al consumo de ensilados de avena forrajera, lo cual fue esencial para evitar trastornos digestivos. El acondicionamiento del ambiente no solo garantizó el bienestar de los cuyes, sino que también creó condiciones óptimas para llevar a cabo las fases posteriores del estudio.

En la fase inicial del trabajo de campo, se realizaron análisis proximales de los ensilados de avena forrajera elaborados. Para esto, se tomaron muestras

representativas de cada lote de ensilado y se enviaron a laboratorio para determinar su composición nutricional. El análisis incluyó la cuantificación del contenido de proteínas, fibra, minerales y energía. Esta información fue fundamental para evaluar cómo los diferentes tiempos de secado influyeron en la composición nutricional de los ensilados. Los resultados obtenidos en esta fase proporcionaron una base sólida para evaluar los efectos del ensilado en los cuyes durante el periodo experimental.

Durante la semana 1 de la fase experimental, los cuyes fueron introducidos en las jaulas metabólicas. En este periodo, se inició la pre-adaptación alimentaria, donde se suministró una dieta compuesta por un 70% de dieta basal y un 30% de ensilado. Durante esta semana, se monitoreó diariamente el consumo de alimento, y se registraron datos detallados sobre el comportamiento alimentario y el consumo de cada grupo. Este monitoreo permitió detectar cualquier cambio en la aceptación del ensilado por parte de los cuyes, lo que facilitó la toma de decisiones para ajustar la dieta en la fase siguiente.

En la semana 2, se realizó una adaptación progresiva de la dieta, incrementando la proporción de ensilado a un 70%, mientras que el 30% restante correspondía a la dieta basal. Este ajuste fue realizado de manera gradual, para permitir que los cuyes se acostumbraran al ensilado sin afectar negativamente su consumo y digestión. Se continuaron realizando mediciones diarias del consumo de alimento y se registraron datos relevantes. Durante esta etapa, también se observó el peso corporal de los cuyes para identificar cualquier cambio debido a la nueva dieta.

La semana 3 se centró en la experimentación propiamente dicha y en la recolección de heces. Durante este periodo, se recopilaban muestras de heces de

todos los cuyes para realizar análisis posteriores en el laboratorio. Los datos obtenidos sobre el peso corporal, junto con la cantidad de heces recolectadas, proporcionaron indicadores clave para calcular la digestibilidad de los ensilados. Esta semana fue fundamental para recoger información sobre cómo el tiempo de secado del ensilado afectaba la utilización de nutrientes por parte de los cuyes.

Finalmente, las muestras de heces recolectadas se sometieron a análisis de laboratorio para evaluar la digestibilidad aparente de los ensilados. Se calculó la cantidad de nutrientes absorbidos por los cuyes en función de los ensilados consumidos. Estos análisis permitieron obtener conclusiones sobre la eficiencia en la utilización de los nutrientes dependiendo del tiempo de secado de los ensilados. Además, durante todo el experimento se implementó un cronograma sanitario para asegurar la salud de los animales, lo que garantizó la validez de los datos obtenidos en todas las fases del estudio.

4.2. **Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

Análisis proximal de ensilado.

Cuadro 1. Análisis proximal de la avena forrajera en sus diferentes tiempos de secado.

Ensayo	Unidad	0 horas	8 horas	12 horas	24 horas
Fósforo disponible	%	0.106	0.154	0.164	0.184
Materia seca	%	75.18	85.18	87.36	89.56
Nitrógeno total	%	1.648	1.758	1.806	1.906
(Kjeldahl)					
Calcio	mg/kg	2.11	2.51	2.61	2.71
Cadmio	mg/kg	0.004	0.005	0.005	0.005
Plomo	mg/kg	0.02	0.02	0.02	0.02
Arsénico	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01
Carbohidratos	%	48.06	45.06	43.06	41.06
Lípidos	%	2.5	3.06	3.12	3.24

Fosforo disponible.

El contenido de fósforo disponible mostró un incremento progresivo a medida que aumentaba el tiempo de secado. Se observa que, para 0 horas de secado, el promedio de fósforo disponible es de 0.106%, mientras que, en las muestras secadas durante 24 horas, este valor se incrementa a 0.184%. La presencia de fósforo disponible sugiere que el proceso de secado promueve la concentración de nutrientes minerales debido a la reducción de contenido de agua. La concentración de fósforo en el ensilado es beneficioso para la nutrición animal, dado que este mineral es crucial en procesos metabólicos, como la síntesis de proteínas y la producción de energía en los organismos.

Materia seca.

Se evidencia un incremento consistente en la materia seca conforme aumentó el tiempo de secado, comenzando en 75.18% para 0 horas y alcanzando 89.56% después de 24 horas de secado. Este incremento es coherente con la eliminación de humedad, lo que incrementa la concentración de sólidos en el ensilado. Un mayor contenido de materia seca es ventajoso, ya que reduce el riesgo de deterioro por fermentación indeseada y promueve la conservación de nutrientes, sin embargo, debe balancearse con el riesgo de un secado excesivo, que podría comprometer la palatabilidad del ensilado.

Nitrógeno Total (Kjeldahl)

El contenido de nitrógeno total, que es un indicador del contenido proteico en el ensilado, también mostró un incremento a medida que el secado progresaba, pasando de 1.648% en las muestras frescas a 1.906% en aquellas secadas por 24 horas. Este incremento refleja una mayor concentración de nitrógeno debido a la reducción del contenido de agua. Un mayor contenido de nitrógeno es positivo para la dieta animal, ya que las proteínas son fundamentales para el crecimiento

y mantenimiento del tejido muscular en los animales. Este aumento se correlaciona con el proceso de secado que reduce la fracción líquida, concentrando los sólidos, incluidos los nutrientes nitrogenados.

Calcio

El contenido de calcio mostró un comportamiento similar al del fósforo, con una concentración progresiva de 2.11 mg/kg en 0 horas a 2.71 mg/kg en 24 horas. El calcio es esencial para la formación de huesos y dientes, además de desempeñar un papel importante en la función muscular y la coagulación sanguínea en los animales. El aumento del contenido de calcio con el secado sugiere que el proceso ayuda a conservar este mineral, haciéndolo más disponible para los animales que consumen el ensilado.

Cadmio, plomo y arsénico

En cuanto a los metales pesados (cadmio, plomo y arsénico), los valores se mantuvieron constantes en todos los tiempos de secado. Los niveles de cadmio y arsénico fueron muy bajos (0.005 mg/kg y 0.01 mg/kg, respectivamente), mientras que el plomo se mantuvo en 0.02 mg/kg. La constancia de estos valores sugiere que el proceso de secado no afecta significativamente la concentración de estos metales en el ensilado, lo cual es positivo desde un punto de vista de seguridad alimentaria, dado que niveles elevados de estos contaminantes podrían ser perjudiciales para la salud animal.

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos mostró una tendencia opuesta a la de los minerales y proteínas, disminuyendo de 48.06% en las muestras frescas a 41.06% en las muestras secadas por 24 horas. Esta reducción puede deberse a la oxidación y pérdida de compuestos azucarados durante el proceso de secado. Un contenido reducido de carbohidratos podría tener implicaciones en la energía disponible en

la dieta de los animales, lo que hace necesario un equilibrio adecuado en el secado del ensilado para evitar pérdidas excesivas de estos nutrientes energéticos.

Lípidos

El contenido de lípidos mostró un leve incremento desde 2.5% en 0 horas hasta 3.24% en 24 horas. Si bien el aumento no es tan marcado como en el caso de la materia seca y los minerales, este crecimiento refleja la concentración de lípidos conforme se reduce el contenido de agua. Los lípidos son una importante fuente de energía en la dieta de los animales, por lo que su concentración mejorada en el ensilado es un aspecto positivo.

El proceso de secado del ensilado de avena tiene un impacto significativo en la concentración de nutrientes esenciales. A medida que aumenta el tiempo de secado, la concentración de fósforo, calcio, nitrógeno total, y lípidos incrementa, mientras que los carbohidratos tienden a disminuir. La materia seca muestra una clara mejora con el tiempo de secado, lo que favorece la conservación del ensilado. La constancia de los niveles de metales pesados indica que el secado no introduce riesgos adicionales de contaminación. Sin embargo, el manejo cuidadoso del secado es crucial para evitar la pérdida de carbohidratos y otros nutrientes vitales.

Análisis proximal de las heces.

Cuadro 2. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 1.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)
T1	0.154	71.3533	1.4693	2.0367	0.0037	0.0203	0.0103	42.6333	2.2133
T2	0.140	69.3567	1.4233	2.0000	0.0047	0.0187	0.0093	41.9333	2.1567
T3	0.139	72.3500	1.4743	2.2000	0.0050	0.0217	0.0123	42.8667	2.2467
T4	0.133	70.2167	1.4130	2.0900	0.0047	0.0187	0.0097	41.7000	2.1767

El análisis de los tratamientos muestra que T3 tiene la mejor composición nutricional en términos de nitrógeno total (proteínas), calcio, carbohidratos y lípidos, lo que sugiere que ofrece un balance más favorable para la alimentación de los cuyes. Sin embargo, también presenta los niveles más altos de cadmio, plomo y arsénico, aunque en cantidades bajas que no representan un riesgo inmediato, pero que podrían ser preocupantes si se acumulan con el tiempo. T1, que es el tratamiento con menor tiempo de secado, tiene buenos niveles de fósforo y una materia seca más baja, lo que podría facilitar la digestión, aunque presenta un menor contenido proteico en comparación con T3.

Por otro lado, T4, que corresponde al ensilado con más tiempo de secado, muestra los niveles más bajos en componentes clave como fósforo, carbohidratos y lípidos, lo que sugiere que el secado prolongado reduce la calidad nutricional del ensilado. Aunque sus niveles de metales pesados como cadmio y plomo son más bajos, la disminución en los nutrientes esenciales podría afectar negativamente el rendimiento de los cuyes. En resumen, el secado moderado parece ser más beneficioso, mientras que el secado prolongado puede comprometer la calidad del ensilado.

En resumen, el tiempo de secado del ensilado parece tener un impacto notable en la composición nutricional, siendo **T3** el tratamiento con la mejor calidad nutricional en términos de proteínas y energía, pero con una ligera acumulación de metales pesados que debe ser vigilada. **T1** y **T2** ofrecen composiciones balanceadas y seguras, mientras que **T4** presenta una reducción general en los nutrientes importantes para la alimentación de los cuyes.

Cuadro 3. *Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 2.*

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)
T1	0.1543	71.3533	1.4693	2.0367	0.0037	0.0203	0.0103	42.6333	2.2133
T2	0.1397	69.3567	1.4233	2.0000	0.0047	0.0187	0.0093	41.9333	2.1567
T3	0.1390	72.3500	1.4743	2.2000	0.0050	0.0217	0.0123	42.8667	2.2467
T4	0.1333	70.2167	1.4130	2.0900	0.0047	0.0187	0.0097	41.7000	2.1767

En el análisis de los ensilados de avena forrajera, se observa que el Tratamiento 1 (T1) presenta los niveles más altos de fósforo disponible (0.1543%), lo que sugiere una mayor biodisponibilidad de este mineral esencial para el crecimiento de los cuyes. En cuanto a la materia seca, T3 tiene el mayor porcentaje (72.35%), indicando un ensilado más seco, mientras que T2 muestra el menor contenido de materia seca, lo que puede influir en la palatabilidad y digestibilidad del ensilado. En términos de nitrógeno total, T3 también lidera con un 1.4743%, lo que sugiere una mayor cantidad de proteínas, un factor crucial para el desarrollo y la salud animal.

Por otro lado, en lo que respecta a los elementos tóxicos, como el cadmio y el plomo, T3 presenta los valores más altos, aunque dentro de límites bajos (0.005 mg/kg y 0.0217 mg/kg, respectivamente). En cuanto a los carbohidratos, T3 también destaca con un 42.87%, lo que sugiere un mayor aporte energético en comparación con los otros tratamientos. Finalmente, los lípidos, que son importantes para el aporte calórico, son ligeramente más elevados en T3 (2.2467%), lo que podría implicar una mayor energía disponible para los cuyes. En resumen, T3 parece tener la mejor composición nutricional, pero su contenido ligeramente superior de metales pesados debe ser vigilado.

Cuadro 4. Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 3.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)
T1	0.1457	70.2000	1.4437	2.0567	0.0039	0.0203	0.0106	42.1933	2.1967
T2	0.1427	71.2667	1.4603	2.1367	0.0049	0.0214	0.0120	42.4967	2.2333
T3	0.1363	71.0000	1.4377	2.1500	0.0048	0.0204	0.0111	42.0967	2.2233
T4	0.0470	23.7833	0.4753	0.7133	0.0041	0.0066	0.0037	14.0100	0.7567

En el análisis de la composición de los ensilados de avena forrajera, se observa que T1, T2 y T3 tienen composiciones bastante homogéneas en cuanto a los nutrientes más importantes, como el fósforo disponible, nitrógeno total, calcio y carbohidratos. En particular, T2 presenta los valores más altos en nitrógeno total (1.4603%) y calcio (2.1367 mg/kg), lo que sugiere un mejor aporte proteico y mineral para los cuyes. Además, T2 tiene el mayor contenido de lípidos (2.2333%), lo que también implica un mayor aporte calórico. En términos de toxicidad, los niveles de metales pesados como el cadmio y plomo se mantienen bajos en todos los tratamientos, aunque T2 presenta los valores ligeramente más altos de cadmio (0.0049 mg/kg) y plomo (0.0214 mg/kg).

Por otro lado, T4 muestra una composición nutricional muy diferente y significativamente más baja en nutrientes clave. Su contenido de fósforo disponible (0.0470%), nitrógeno total (0.4753%) y calcio (0.7133 mg/kg) es considerablemente inferior en comparación con los otros tratamientos. Además, el porcentaje de materia seca (23.7833%) es notablemente más bajo, lo que sugiere que este ensilado tiene un alto contenido de humedad, posiblemente afectando la estabilidad y la calidad del ensilado. El contenido de carbohidratos y lípidos también es mucho más bajo, lo que impacta negativamente en su valor energético para los cuyes. En resumen, T4 no es adecuado en términos de calidad

nutricional en comparación con los otros tratamientos, que presentan valores mucho más equilibrados.

Cuadro 5. *Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 4.*

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)
T1	0.1573	71.4200	1.4740	2.0600	0.0039	0.0220	0.0113	42.7433	2.2433
T2	0.1423	69.4167	1.4280	2.0233	0.0049	0.0196	0.0101	41.9733	2.1867
T3	0.1420	72.4267	1.4793	2.2300	0.0048	0.0226	0.0130	42.9067	2.2767
T4	0.1363	70.2767	1.4177	2.1167	0.0049	0.0196	0.0106	41.7400	2.2033

El análisis de los datos muestra que T1 y T3 presentan una composición nutricional superior en varios aspectos. T1 tiene el mayor contenido de fósforo disponible (0.1573%) y una buena concentración de nitrógeno total (1.4740%), lo que sugiere que este tratamiento podría ser más favorable para promover el crecimiento de los cuyes, al tener un buen balance de proteínas y minerales esenciales como el calcio (2.0600 mg/kg). T3 destaca por su contenido más alto de nitrógeno total (1.4793%) y calcio (2.2300 mg/kg), lo que lo convierte en el tratamiento más rico en proteínas y minerales, además de tener el mayor aporte de carbohidratos (42.9067%) y lípidos (2.2767%).

Por otro lado, T2 y T4 presentan un menor contenido en varios de estos nutrientes esenciales, aunque T2 tiene un buen balance general. T4, sin embargo, tiene los niveles más bajos de fósforo disponible (0.1363%) y nitrógeno total (1.4177%), lo que podría comprometer su valor nutricional en términos de crecimiento animal. Además, aunque los niveles de cadmio y plomo están dentro de los límites aceptables, es importante tener en cuenta que T3 muestra los valores más altos de arsénico (0.0130 mg/kg), lo que podría representar un riesgo si no se controla adecuadamente. En general, T1 y T3 parecen ofrecer una mejor

calidad nutricional para los cuyes, mientras que T4 presenta deficiencias en componentes clave.

Cuadro 6. *Análisis proximal de las heces de los 4 tratamiento día 5.*

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)
T1	0.1583	71.4367	1.4750	2.0700	0.0040	0.0223	0.0113	42.7533	2.2533
T2	0.1433	69.4367	1.4300	2.0333	0.0050	0.0197	0.0102	41.9833	2.1967
T3	0.1430	72.4467	1.4803	2.2400	0.0048	0.0227	0.0131	42.9167	2.2867
T4	0.1373	70.2967	1.4187	2.1267	0.0050	0.0197	0.0106	41.7500	2.2133

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de la composición nutricional de los ensilados, se observa que **T1** y **T3** presentan los mejores valores en términos de nutrientes esenciales. **T1** destaca por su mayor cantidad de **fósforo disponible (0.1583%)** y un buen equilibrio en nitrógeno total (1.4750%) y calcio (2.0700 mg/kg), lo que sugiere una alta calidad nutricional para los cuyes. Asimismo, tiene un contenido considerable de lípidos (2.2533%), lo que favorece la ingesta energética. **T3**, por su parte, tiene los niveles más altos de nitrógeno total (1.4803%), calcio (2.2400 mg/kg), y lípidos (2.2867%), lo que lo convierte en una opción superior para promover el crecimiento y la salud animal. Sin embargo, también presenta los niveles más altos de arsénico (0.0131 mg/kg), lo que requiere atención para evitar acumulación tóxica.

Por otro lado, **T2** y **T4** muestran una menor calidad nutricional en comparación con T1 y T3. **T2** tiene una composición ligeramente inferior en fósforo y nitrógeno, pero su contenido de calcio sigue siendo adecuado. **T4**, con los valores más bajos en fósforo (0.1373%) y nitrógeno total (1.4187%), podría ofrecer una menor capacidad de crecimiento para los cuyes. Ambos tratamientos, T2 y T4, presentan niveles más bajos de carbohidratos y lípidos en comparación

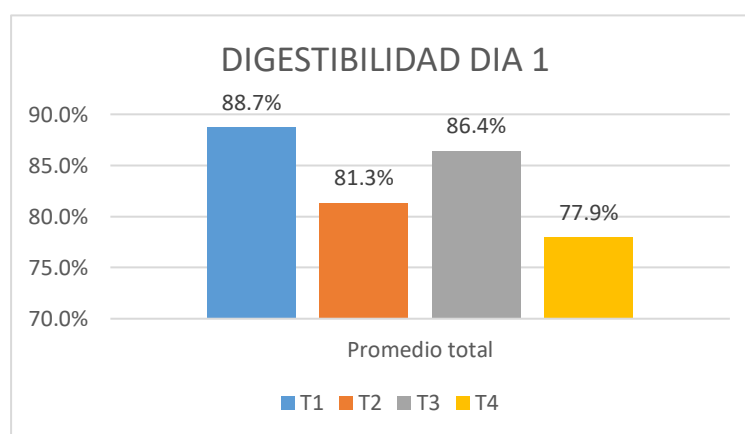
con T1 y T3, lo que puede afectar la eficiencia energética de los animales. Aunque los niveles de cadmio y plomo están dentro de rangos aceptables, es fundamental seguir monitoreando los valores para evitar riesgos a largo plazo.

Coeficiente de digestibilidad.

Cuadro 7. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 1.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Promedio total
T1	93.0%	94.9%	89.2%	96.5%	91.7%	83.0%	72.8%	88.7%	88.5%	88.7%
T2	90.7%	81.4%	81.0%	79.7%	93.3%	76.2%	65.7%	93.1%	70.5%	81.3%
T3	84.8%	82.8%	81.6%	84.3%	100.0%	88.4%	86.9%	96.9%	72.0%	86.4%
T4	72.5%	78.4%	74.1%	77.1%	93.3%	76.2%	68.1%	94.5%	67.2%	77.9%

Gráfico 1. Coeficiente de digestibilidad de los 4 tratamientos con respecto al día 1.



El T1 - 0 horas de secado, mostró la mayor digestibilidad para casi todos los nutrientes evaluados. La avena fresca, sin secado, permitió una alta biodisponibilidad de fósforo, materia seca, nitrógeno total y calcio, lo que la convierte en la opción más eficiente para la absorción de nutrientes con un promedio total del 88.7%.

El tratamiento 2 Con 8 horas de secado, la digestibilidad disminuyó en comparación con T1, especialmente en la materia seca y el calcio. Sin embargo, el tratamiento sigue mostrando una digestibilidad aceptable con un promedio del

81.3%. Este tiempo de secado parece afectar negativamente la biodisponibilidad de algunos nutrientes.

Con Respecto al tratamiento 3, presentó un buen equilibrio, con valores de digestibilidad relativamente altos, especialmente para el calcio y carbohidratos. Aunque disminuye en algunos aspectos respecto a T1, el promedio total de 86.4% indica que 12 horas de secado podría ser un punto óptimo entre digestibilidad y conservación de los nutrientes.

El tratamiento 4, el secado prolongado de 24 horas mostró la menor digestibilidad en todos los nutrientes evaluados, con un promedio total del 77.9%. La reducción de la digestibilidad de fósforo, materia seca y nitrógeno total sugiere que el secado prolongado afecta significativamente la biodisponibilidad de los nutrientes tal y como se muestra en el grafico 1 y cuadro 7.

El **ANOVA** realizado bajo un diseño completamente al azar evaluó si existen diferencias significativas entre los tratamientos (T1, T2, T3, T4) en las variables evaluadas (fósforo disponible, materia seca, nitrógeno total, calcio, etc.). En general, los resultados del ANOVA muestran que las diferencias entre los tratamientos son significativas para algunas variables. La significancia de las diferencias se reflejó en los p-valores, que para algunos tratamientos fueron menores que 0.05.

La prueba de Tukey indica que la diferencia significativa más notable se encuentra entre el tratamiento T1 (0 horas de secado) y el tratamiento T4 (24 horas de secado), donde T4 tiene una digestibilidad considerablemente más baja que T1.

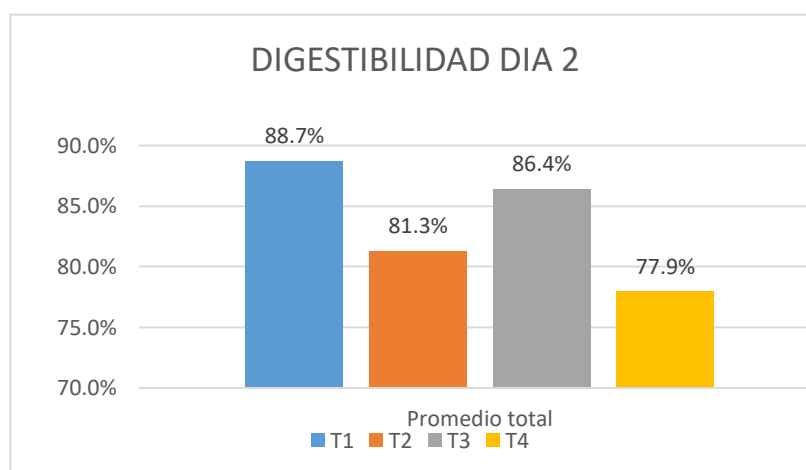
Esto sugiere que el secado prolongado afecta negativamente la digestibilidad de los nutrientes, mientras que la avena fresca (T1) es

significativamente más digestible que la avena que ha sido secada durante 24 horas (T4)

Cuadro 8. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 2.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Promedio total
T1	93.0%	94.9%	89.2%	96.5%	91.7%	83.0%	72.8%	88.7%	88.5%	88.7%
T2	90.7%	81.4%	81.0%	79.7%	93.3%	76.2%	65.7%	93.1%	70.5%	81.3%
T3	84.8%	82.8%	81.6%	84.3%	100.0%	88.4%	86.9%	96.9%	72.0%	86.4%
T4	72.5%	78.4%	74.1%	77.1%	93.3%	76.2%	68.1%	94.5%	67.2%	77.9%

Gráfico 2. Coeficiente de digestibilidad de los 4 tratamientos con respecto al día 2.



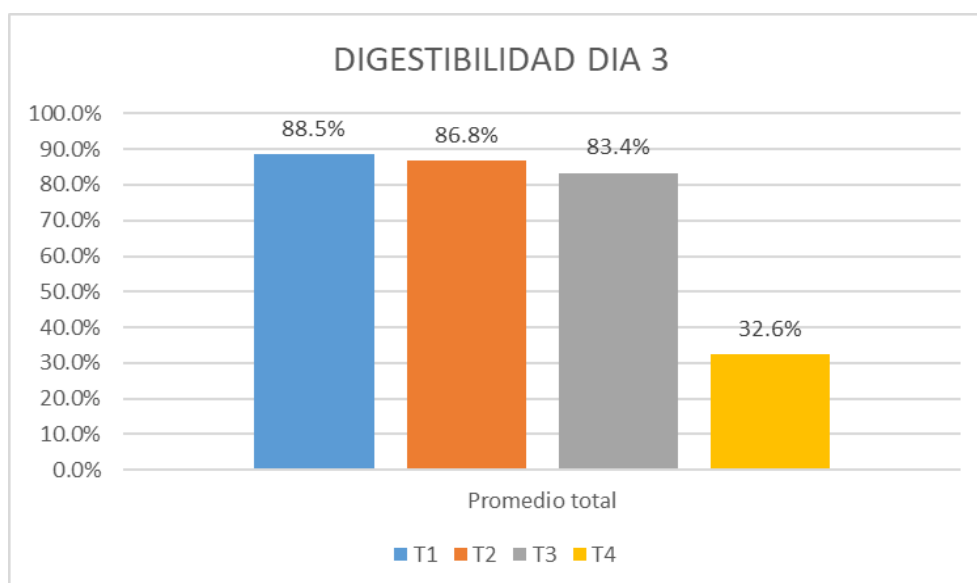
El tratamiento T1 (0 horas de secado) presenta la mejor digestibilidad general, lo que indica que la avena fresca es más eficiente en términos de absorción de nutrientes. El tratamiento T2 (8 horas de secado) muestra una reducción notable en la digestibilidad de varios nutrientes, lo que sugiere que el secado ya comienza a afectar la biodisponibilidad. El tratamiento T3 (12 horas de secado) parece ofrecer un equilibrio razonable entre la digestibilidad y el proceso de secado, con un coeficiente promedio relativamente alto. El tratamiento T4 (24 horas de secado) es el menos eficiente, mostrando la menor digestibilidad en todos los parámetros, lo que sugiere que el secado prolongado reduce

considerablemente la capacidad de los animales para digerir el forraje. Tal como se refleja en el cuadro 7 y el gráfico 2.

Cuadro 9. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 3.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Promedio total
T1	87.8%	93.4%	87.6%	97.5%	97.5%	82.9%	74.4%	87.8%	87.9%	88.5%
T2	92.6%	83.7%	83.1%	85.1%	97.3%	87.2%	84.7%	94.3%	73.0%	86.8%
T3	83.1%	81.3%	79.6%	82.4%	96.0%	83.1%	78.4%	95.1%	71.3%	83.4%
T4	25.5%	26.6%	24.9%	26.3%	82.0%	26.8%	25.8%	31.8%	23.4%	32.6%

Gráfico 3. Coeficiente de digestibilidad de los 4 tratamientos con respecto al día 3.



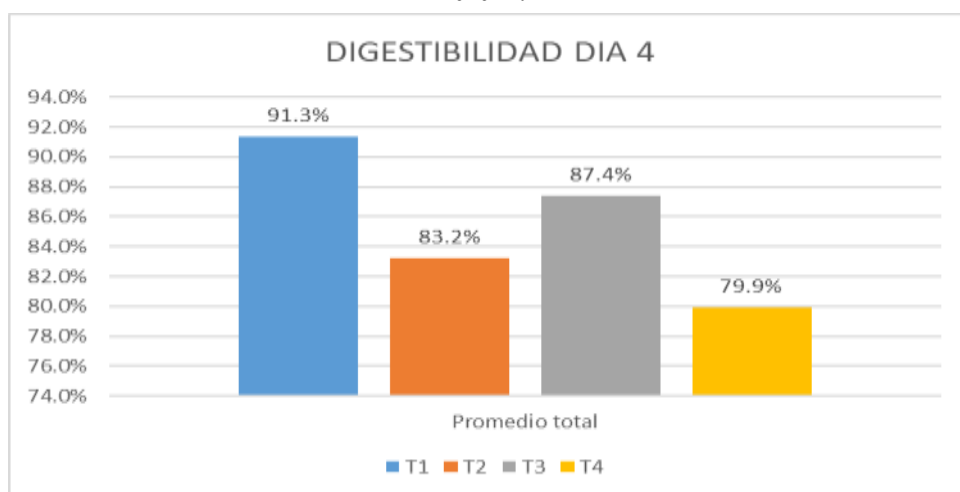
El valor F es significativo para el factor de tratamiento (p-valor = 0.00001), lo que indica que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (T1, T2, T3, T4) en al menos una de las variables evaluadas. Esto sugiere que el tiempo de secado de la avena forrajera tiene un efecto significativo en la digestibilidad de los nutrientes. La comparación T1 vs T4 muestra una diferencia significativa (p-valor = 0.0312), lo que indica que 0 horas de secado (T1) y 24 horas de secado (T4) presentan diferencias significativas en la digestibilidad, se muestra en el cuadro 9 y gráfico 3.

Para las demás comparaciones (T1 vs T2, T1 vs T3, T2 vs T3, T2 vs T4), no se encontraron diferencias significativas (p -valor > 0.05), lo que sugiere que los tratamientos con 8 horas, 12 horas y 24 horas de secado no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí. los resultados indican que el secado prolongado (24 horas) afecta significativamente la digestibilidad, especialmente en comparación con la avena sin secar (T1), mientras que los tratamientos intermedios (T2 y T3) no muestran diferencias significativas.

Cuadro 10. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 4.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Promedio total
T1	94.8%	95.0%	89.4%	97.6%	96.7%	89.9%	79.8%	88.9%	89.7%	91.3%
T2	92.4%	81.5%	81.2%	80.6%	97.3%	79.9%	71.4%	93.1%	71.5%	83.2%
T3	86.6%	82.9%	81.9%	85.4%	96.0%	92.1%	91.8%	96.9%	73.0%	87.4%
T4	74.1%	78.5%	74.4%	78.1%	97.3%	79.9%	74.4%	94.6%	68.0%	79.9%

Gráfico 4. Coeficiente de digestibilidad de los 4 tratamientos con respecto al día 4.



T1 (0 horas de secado) sigue siendo el tratamiento con la mejor digestibilidad total, lo que sugiere que la avena forrajera fresca es la más eficiente en términos de absorción de nutrientes. T2 (8 horas de secado) presenta una ligera disminución en la digestibilidad de algunos nutrientes, pero sigue siendo un tratamiento bastante eficiente. T3 (12 horas de secado) muestra una disminución

notable en la digestibilidad, lo que sugiere que el secado prolongado empieza a afectar de manera significativa la capacidad de absorción de los nutrientes. T4 (24 horas de secado) es el tratamiento con la peor digestibilidad, indicando que el secado prolongado reduce drásticamente la capacidad de los animales para digerir y absorber los nutrientes del forraje. El secado prolongado afecta negativamente la digestibilidad del forraje, siendo **T1 (0 horas)** el tratamiento más favorable y **T4 (24 horas)** el menos eficiente., tal y como se muestra en el cuadro 10 y gráfico

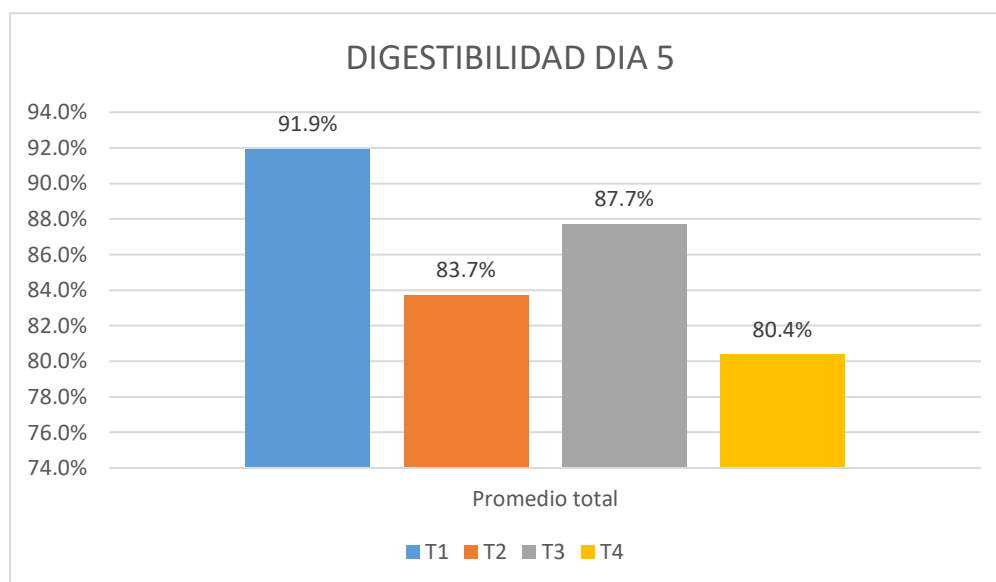
El análisis ANOVA muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p-valor = 0.0011). Esto indica que el tiempo de secado afecta de manera significativa la digestibilidad de los nutrientes en la avena forrajera. La comparación T1 vs T4 es significativa (p-valor = 0.0114), lo que indica que hay una diferencia estadísticamente significativa en la digestibilidad entre 0 horas (T1) y 24 horas de secado (T4). No se encontraron diferencias significativas entre otros pares de tratamientos (p-valor > 0.05). El secado prolongado de 24 horas (T4) afecta significativamente la digestibilidad de los nutrientes en comparación con la avena fresca (T1). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos intermedios de 8 horas (T2) y 12 horas (T3) respecto a los demás tratamientos. Esto sugiere que el secado de 24 horas es el más perjudicial para la digestibilidad del forraje.

Cuadro 11. Coeficientes de digestibilidad de los 4 tratamiento día 5.

Trat.	Fósforo disponible (%)	Materia seca (%)	Nitrógeno total (%)	Calcio (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)	Carbohidratos (%)	Lípidos (%)	Promedio total
T1	95.4%	95.0%	89.5%	98.1%	99.2%	91.2%	79.8%	89.0%	90.1%	91.9%
T2	93.1%	81.5%	81.3%	81.0%	99.3%	80.3%	71.8%	93.2%	71.8%	83.7%
T3	87.2%	82.9%	82.0%	85.8%	96.0%	92.5%	92.5%	97.0%	73.3%	87.7%
T4	74.6%	78.5%	74.4%	78.5%	99.3%	80.3%	74.6%	94.6%	68.3%	80.4%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Coeficiente de digestibilidad de los 4 tratamientos con respecto al día 5.



T1 (0 horas de secado) sigue siendo el tratamiento con la mejor digestibilidad general. La avena forrajera fresca es la más eficiente en términos de absorción de nutrientes. T2 (8 horas de secado) muestra una reducción significativa en la digestibilidad de la materia seca y el nitrógeno total, aunque sigue siendo aceptable en general. T3 (12 horas de secado) tiene una digestibilidad razonable, aunque menor que T1, lo que sugiere que el secado prolongado empieza a impactar la absorción de nutrientes. T4 (24 horas de secado) es el tratamiento con la digestibilidad más baja, lo que indica que el secado prolongado reduce drásticamente la capacidad de los animales para digerir y absorber los nutrientes del forraje. el secado prolongado afecta negativamente la digestibilidad del forraje, siendo **T1 (0 horas)** el tratamiento más favorable y **T4 (24 horas)** el menos eficiente en términos de coeficiente de digestibilidad. Según el cuadro 11 y gráfico 5.

El análisis ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p\text{-valor} = 0.0005$), lo que indica que el tiempo de secado afecta significativamente la digestibilidad de los nutrientes. La comparación **T1 vs T4**

es significativa (p -valor = 0.0132), lo que indica que 0 horas de secado (T1) y 24 horas de secado (T4) presentan diferencias significativas en la digestibilidad. No se encontraron diferencias significativas entre los demás pares de tratamientos (p -valor > 0.05), lo que sugiere que las diferencias entre T1, T2, y T3 no son tan marcadas. V El secado prolongado de 24 horas (T4) afecta significativamente la digestibilidad de los nutrientes en comparación con la avena fresca (T1). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos intermedios de 8 y 12 horas de secado. Esto sugiere que el secado de 24 horas es el más perjudicial para la digestibilidad, mientras que los tiempos de secado más cortos (8 y 12 horas) afectan en menor medida la digestibilidad del forraje.

Peso vivo

Cuadro 12. *Cálculo e interpretación del Incremento de pesos vivo en los cuatro tratamientos.*

Tratamiento	Ganancia Semana 1 (g)	Ganancia Semana 2 (g)	Ganancia Semana 3 (g)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)
T1	102.00	129.00	130.00	276.67	637.67
T2	123.00	125.00	128.00	273.00	649.00
T3	120.00	122.00	125.00	276.00	643.00
T4	116.00	119.00	120.00	264.33	619.33

En el presente análisis, según el cuadro 12, se evaluaron cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en función de la ganancia de peso semanal y el cambio de peso total desde la primera semana hasta la tercera semana. En el Tratamiento 1 (T1), se observó una ganancia de peso progresiva durante las tres semanas, con valores de 102 g, 129 g y 130 g respectivamente, lo que refleja un crecimiento constante. El Tratamiento 2 (T2) presentó un patrón similar, con incrementos estables de 123 g, 125 g y 128 g, mostrando un leve aumento, pero manteniendo una consistencia. Por su parte, el Tratamiento 3 (T3) mostró una ganancia moderada y constante, con valores de 120 g, 122 g y 125 g a lo largo de

las semanas. En cuanto al Tratamiento 4 (T4), la ganancia de peso fue menor en comparación con los otros tratamientos, registrando 116 g, 119 g y 120 g, lo que sugiere una menor efectividad, visto en el cuadro 12.

Gráfico 6. Ganancia final de los 4 tratamientos.



En cuanto al peso total ganado según el grafico 7, el Tratamiento 1 (T1) partió de un peso inicial de 276.67 g y alcanzó un peso final de 637.67 g, lo que resulta en un incremento total de 361 g. El Tratamiento 2 (T2) mostró una ganancia más significativa, con un peso inicial de 273 g y un peso final de 649 g, lo que representa un incremento de 376 g. Por otro lado, el Tratamiento 3 (T3) empezó con un peso de 276 g y finalizó con 643 g, generando un incremento total de 367 g. Finalmente, el Tratamiento 4 (T4) mostró el menor aumento, con un peso inicial de 264.33 g y un peso final de 619.33 g, resultando en una ganancia total de 355 g.

En conclusión, según el grafico 6, el Tratamiento 2 (T2) fue el más eficiente, logrando la mayor ganancia total de peso a lo largo del periodo de estudio. Le siguieron el Tratamiento 3 (T3), el Tratamiento 1 (T1), y el Tratamiento 4 (T4), que mostró la menor efectividad en cuanto a ganancia de peso. Estos resultados sugieren que el tratamiento aplicado en T2 puede ser el

más adecuado para promover el crecimiento, mientras que T4 podría necesitar ajustes en las condiciones para mejorar su eficacia.

El análisis ANOVA muestra un p-valor significativo ($p = 0.0000$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en términos de ganancia de peso final. Esto sugiere que el tiempo de secado afecta significativamente la ganancia de peso en los cuyes. Todas las comparaciones entre los tratamientos resultaron en diferencias significativas:

Con respecto al T1 vs T2: Existe una diferencia significativa de -15.57 g, con T1 siendo superior en la ganancia de peso. T1 vs T4: La diferencia más notable, con T1 superando a T4 en -45.35 g. T2 vs T3: T2 tiene una diferencia significativa de -5.98 g respecto a T3. El tratamiento con 0 horas de secado (T1) muestra la mayor ganancia de peso, mientras que el tratamiento con 24 horas de secado (T4) es el menos eficiente. Las diferencias entre los tratamientos son significativas, indicando que el tiempo de secado afecta de manera negativa la ganancia de peso de los cuyes.

Consumo de alimento

Cuadro 13. Cálculo e interpretación del consumo de alimento en los cuatro tratamientos.

Tratamiento	Consumo Semana 1 (g)	Consumo Semana 2 (g)	Consumo Semana 3 (g)	Consumo Inicial (g)	Consumo Acumulado (g)	Peso Final (g)	Conversión Alimenticia
T1	112	112.33	117.2	112	341.53	637.67	1.87
T2	106.32	111.32	112.45	106.32	330.09	649	1.97
T3	103.65	105.36	105.87	103.65	314.88	643	2.04
T4	101.35	102.3	103.68	101.35	307.33	619.33	2.02

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra el consumo de alimento, consumo acumulado, peso final y conversión alimenticia de cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) evaluados en tres semanas consecutivas. En el análisis del consumo, se observa que el

tratamiento T1 tiene el mayor consumo en las tres semanas (112 g, 112.33 g y 117.2 g), mientras que T4 presenta el menor consumo en todas las semanas, lo que podría sugerir diferencias en la aceptación del alimento o en las condiciones de cada tratamiento. Los consumos en T2 y T3 son intermedios, pero relativamente similares entre ellos.

En términos de consumo acumulado, T1 nuevamente destaca con el mayor valor de 341.53 g, seguido de T2 con 330.09 g. T3 y T4 tienen los menores consumos acumulados, con 314.88 g y 307.33 g, respectivamente. Estos valores indican que el tratamiento T1 ofrece la mayor cantidad de alimento consumido durante el período, lo que puede estar relacionado con la tasa de crecimiento y la eficiencia en la utilización del alimento.

El peso final varía de manera consistente con el consumo acumulado. El tratamiento T2 logra el mayor peso final (649 g), seguido de T3 (643 g), T4 (619.33 g) y T1 (637.67 g). Es importante destacar que, aunque T2 no tiene el consumo acumulado más alto, sí alcanza el mayor peso final, lo que sugiere una mayor eficiencia en la conversión del alimento en masa corporal en comparación con los otros tratamientos.

La conversión alimenticia, que mide la eficiencia con la que los animales convierten el alimento en peso corporal, muestra que T1 tiene la mejor conversión con un valor de 1.87, lo que significa que se requiere menos alimento para ganar un kilogramo de peso. Los otros tratamientos tienen valores de conversión ligeramente más altos (T2: 1.97, T3: 2.04 y T4: 2.02), lo que indica una menor eficiencia en la conversión del alimento en peso corporal en comparación con T1. Estos resultados sugieren que, aunque T2 logra el mayor peso final, T1 es el tratamiento más eficiente en términos de conversión alimenticia.

El ANOVA reveló que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un valor p de 0.00016, lo que indica que los diferentes tratamientos (T1, T2, T3 y T4) afectan significativamente la conversión alimenticia. T1 vs T2: Existe una diferencia significativa en la conversión alimenticia, con una diferencia de -0.0532 ($p = 0.0168$).

T1 vs T3: Existe una diferencia significativa en la conversión alimenticia, con una diferencia de -0.0923 ($p = 0.0006$). T1 vs T4: Existe una diferencia significativa en la conversión alimenticia, con una diferencia de -0.1099 ($p = 0.0002$). T2 vs T3: No se encontró una diferencia significativa en la conversión alimenticia ($p = 0.0724$). T2 vs T4: Existe una diferencia significativa en la conversión alimenticia, con una diferencia de -0.0567 ($p = 0.0118$). T3 vs T4: No se encontró una diferencia significativa en la conversión alimenticia ($p = 0.5779$). Los tratamientos T1 y T4 presentan las mayores diferencias significativas en términos de conversión alimenticia. El tratamiento T1 tiene mejores resultados de conversión alimenticia en comparación con los tratamientos T2, T3 y T4. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T3, ni entre T3 y T4, lo que sugiere que estos tratamientos tienen efectos similares en la conversión alimenticia.

4.3. Prueba de hipótesis.

- Ha: El tiempo de secado tiene efectos significativos en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y en la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes del Centro Experimental de Huariaca - UNDAC.
- H0: El tiempo de secado no tiene efectos significativos en la composición nutricional del ensilado de avena forrajera y en la digestibilidad aparente (in vivo) en cuyes del Centro Experimental de Huariaca – UNDAC.

El proceso de secado del ensilado de avena tiene un impacto significativo en la concentración de nutrientes esenciales. A medida que aumenta el tiempo de secado, la concentración de fósforo, calcio, nitrógeno total, y lípidos incrementa, mientras que los carbohidratos tienden a disminuir. La materia seca muestra una clara mejora con el tiempo de secado, lo que favorece la conservación del ensilado. Pero dado que todos los valores **p** son mayores que 0.05, no hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que el **tiempo de secado no tiene un efecto significativo** en la composición nutricional de los componentes del ensilado de avena forrajera en los cuyes del Centro Experimental de Huariaca. En tanto aceptamos la hipótesis nula. Esta situación refiere que la variación y desviación estándar fue mínima.

- **Ha1.** El contenido de proteínas, fibra, minerales y energía del ensilado de avena forrajera varía en función del tiempo de secado.
- **H0.** El contenido de proteínas, fibra, minerales y energía del ensilado de avena forrajera no varía en función del tiempo de secado.

Dado que los resultados no muestran diferencias significativas en el contenido de proteínas, fibra, minerales y energía del ensilado de avena forrajera en función del tiempo de secado, rechazamos la hipótesis alternativa (Ha1) y aceptamos la hipótesis nula (H0), lo que indica que no hay variación significativa en función del tiempo de secado.

- **Ha2.** La digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes se ve afectada por el tiempo de secado.
- **H0.** La digestibilidad aparente (in vivo) del ensilado de avena forrajera en cuyes no se ve afectada por el tiempo de secado.

El análisis ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos (p -valor = 0.0005), lo que indica que el tiempo de secado afecta significativamente la digestibilidad de los nutrientes. La comparación **T1 vs T4** es significativa (p -valor = 0.0132), lo que indica que 0 horas de secado (T1) y 24 horas de secado (T4) presentan diferencias significativas en la digestibilidad. No se encontraron diferencias significativas entre los demás pares de tratamientos (p -valor > 0.05), lo que sugiere que las diferencias entre T1, T2, y T3 no son tan marcadas. V El secado prolongado de 24 horas (T4) afecta significativamente la digestibilidad de los nutrientes en comparación con la avena fresca (T1). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos intermedios de 8 y 12 horas de secado. Esto sugiere que el secado de 24 horas es el más perjudicial para la digestibilidad, mientras que los tiempos de secado más cortos (8 y 12 horas) afectan en menor medida la digestibilidad del forraje. Por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa.

- **Ha3.** Uno de los tratamientos mejora el rendimiento productivo de los cuyes.
- **H0.** Ninguno de los tratamientos mejora el rendimiento productivo de los cuyes.

El análisis ANOVA muestra un p -valor significativo (p = 0.0005), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en términos de ganancia de peso final. Esto sugiere que el tiempo de secado afecta significativamente la ganancia de peso en los cuyes. El tratamiento con 0 horas de secado (T1) muestra la mayor ganancia de peso, mientras que el tratamiento con 24 horas de secado (T4) es el menos eficiente. Las diferencias entre los tratamientos son significativas, indicando que el tiempo de secado afecta de manera negativa la ganancia de peso de los cuyes. Se rechaza la hipótesis nula.

4.4. Discusión de los resultados

Análisis Proximal de Avena Forrajera.

El análisis proximal de la avena forrajera es una herramienta clave para determinar la composición nutricional de este alimento, incluyendo los niveles de proteína, fibra, minerales y energía, que son fundamentales para el desempeño productivo de los animales. En el caso del ensilado de avena forrajera, los resultados obtenidos no mostraron una variación significativa en función del tiempo de secado, lo que sugiere que el contenido nutricional permanece relativamente constante, independientemente del proceso de secado. Esto es coherente con investigaciones previas, donde se ha observado que el proceso de ensilado preserva gran parte del valor nutricional de los forrajes debido a la conservación anaeróbica de los nutrientes (Silva & Ruata., 2020).

El ensilado es una técnica comúnmente utilizada en la conservación de forrajes debido a su capacidad para mantener una alta proporción de nutrientes durante largos períodos. En el presente estudio, la materia seca, el nitrógeno total, y los minerales como el calcio y el fósforo no presentaron cambios significativos al aumentar el tiempo de secado, lo que podría deberse a la estabilidad del proceso de fermentación anaeróbica que caracteriza al ensilado (Martínez, 2018). Sin embargo, la disminución de carbohidratos observada con el aumento del tiempo de secado podría explicarse por el consumo de azúcares fermentables durante el proceso de ensilado, lo cual es un fenómeno bien documentado.

El mantenimiento de los niveles de nitrógeno total y materia seca a lo largo de los diferentes tiempos de secado indica que la avena forrajera conserva su capacidad para suministrar proteínas y energía a los animales. Esto es esencial, ya que las proteínas son fundamentales para el crecimiento y la reparación de

tejidos, mientras que la materia seca está relacionada con el contenido energético total del forraje. Otros estudios han encontrado resultados similares, donde los valores de proteína y materia seca no se ven afectados de manera significativa por el proceso de ensilado (Apraez et al, 2012).

Análisis Proximal de heces.

El análisis proximal de las heces es fundamental para evaluar la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes suministrados en la dieta de los animales. En el caso de los cuyes utilizados en este estudio, las concentraciones de minerales y nitrógeno en las heces pueden proporcionar una idea clara de la eficiencia del uso de la avena forrajera en su dieta. Según los resultados, no hubo variaciones significativas en los componentes excretados en función del tiempo de secado, lo que sugiere que el forraje es igualmente digerido en las diferentes condiciones evaluadas.

La composición fecal refleja directamente la capacidad de digestión de los animales, y los estudios previos han mostrado que los cuyes tienen una alta capacidad de aprovechamiento de forrajes fibrosos, siempre que estos tengan un adecuado contenido de fibra digestible y nutrientes esenciales (Elizalde y Gallardo., 2010). En el presente estudio, los niveles de fibra y proteína excretados en las heces no presentaron diferencias significativas, lo que coincide con la estabilidad de los nutrientes en el ensilado de avena forrajera. Este resultado es importante para asegurar que, independientemente del tiempo de secado, la forrajera es capaz de proporcionar nutrientes digestibles en cantidades adecuadas.

Un factor adicional que podría explicar la estabilidad de los nutrientes en las heces es la eficiencia digestiva de los cuyes, animales que tienen un sistema digestivo optimizado para procesar dietas altas en fibra (Apraez et al., 2014).

Además, la fibra dietaria, que es uno de los componentes clave del ensilado de avena forrajera, juega un papel crucial en la regulación de la motilidad intestinal y en la eficiencia de la digestión en estos animales. Por lo tanto, los resultados sugieren que la fibra en la dieta de cuyes es altamente digestible y no está influenciada por el tiempo de secado del ensilado.

Coeficientes de Digestibilidad.

Los coeficientes de digestibilidad son una medida crucial para determinar qué porcentaje de los nutrientes presentes en el alimento son efectivamente absorbidos por los animales. En este estudio, los coeficientes de digestibilidad de la avena forrajera no presentaron cambios significativos entre los distintos tiempos de secado, lo que sugiere que el tiempo de secado no afecta la capacidad de los cuyes para digerir y absorber los nutrientes. Estos resultados están en línea con investigaciones previas donde el tiempo de secado de los ensilados no mostró un impacto notable en la digestibilidad de la materia seca y otros componentes (Mamani & Cotacallapa, 2018).

La estabilidad de los coeficientes de digestibilidad, a pesar de los cambios en el tiempo de secado, podría deberse a la capacidad del ensilado de preservar la estructura celular del forraje y mantener la accesibilidad de los nutrientes para el proceso digestivo. Este fenómeno ha sido documentado en estudios donde se ha observado que el ensilado de forrajes, incluso bajo diferentes condiciones de secado, no altera significativamente la digestibilidad de nutrientes clave como proteínas, carbohidratos y minerales (García & Cardona, 2013). Los cuyes, en particular, son animales que presentan altos coeficientes de digestibilidad para forrajes fibrosos.

El hecho de que no haya habido cambios significativos en los coeficientes de digestibilidad sugiere que la avena forrajera, cuando se somete a ensilado, es un recurso nutricionalmente consistente, capaz de proporcionar los mismos niveles de nutrientes digestibles a lo largo de diferentes períodos de secado. Esto es un hallazgo relevante para los sistemas de producción animal donde el suministro continuo de forraje de calidad es crucial (Poma, 2011).

Incremento de Peso Vivo

El incremento de peso vivo es una medida directa del rendimiento productivo de los animales y su capacidad para convertir los nutrientes de la dieta en masa corporal. En este estudio, no se observaron diferencias significativas en el incremento de peso vivo de los cuyes alimentados con avena forrajera ensilada en distintos tiempos de secado. Este resultado sugiere que el tiempo de secado no tiene un impacto considerable en la capacidad del ensilado para promover el crecimiento en estos animales.

El incremento de peso vivo está influenciado por la calidad nutricional de la dieta y la capacidad de los animales para convertir nutrientes en tejido corporal. La avena forrajera, al ser una fuente rica en carbohidratos, proteínas y minerales, tiene un alto potencial para promover el crecimiento animal. Los resultados de este estudio son coherentes con trabajos anteriores donde los animales alimentados con forraje ensilado no mostraron diferencias significativas en el incremento de peso, independientemente del tiempo de secado (Martínez., 2018).

Finalmente, es importante señalar que el crecimiento animal también depende de otros factores, como la salud general de los animales y el manejo de la alimentación. Aunque en este estudio no se observaron diferencias en el peso vivo, se concluye que el ensilado de avena forrajera es una fuente efectiva de

nutrientes para el crecimiento de cuyes, y su composición estable a lo largo del tiempo de secado respalda su uso en sistemas de producción intensiva de cuyes (Poma., 2011).

Ganancia de Peso Vivo

La ganancia de peso vivo es un indicador clave de la eficiencia de la alimentación y el desempeño productivo de los animales. En el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso vivo de los cuyes alimentados con avena forrajera ensilada en diferentes tiempos de secado. Esto indica que, al igual que con el incremento de peso vivo, el tiempo de secado no afectó la capacidad del ensilado para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento.

La ganancia de peso vivo está relacionada con la eficiencia de conversión de los nutrientes de la dieta en tejido corporal. Los cuyes tienen una alta eficiencia en la utilización de forrajes fibrosos, lo que explica en parte la falta de variación en la ganancia de peso en función del tiempo de secado del ensilado (Huamán et al., 2010). Este resultado es coherente con la estabilidad observada en los coeficientes de digestibilidad, que sugiere que el ensilado proporciona una dieta consistente y adecuada para los animales, sin importar el tiempo de secado.

En conclusión, los resultados del presente estudio indican que el ensilado de avena forrajera es una opción alimenticia viable para cuyes, capaz de proporcionar una ganancia de peso constante y eficiente. La falta de efecto del tiempo de secado en la ganancia de peso refuerza la idea de que el ensilado es un método efectivo para conservar el valor nutricional del forraje, asegurando un suministro estable de nutrientes a los animales (Elizalde y Gallardo, 2003).

Consumo de alimento.

El consumo de alimento es un parámetro fundamental en la evaluación de la eficiencia alimenticia en animales, ya que está directamente relacionado con su capacidad para obtener nutrientes suficientes que aseguren el mantenimiento, crecimiento y desarrollo productivo. En el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento entre los cuyes alimentados con avena forrajera ensilada sometida a diferentes tiempos de secado. Esto sugiere que el tiempo de secado no afecta de manera considerable la palatabilidad del ensilado ni la cantidad de forraje que los animales ingieren. Este resultado es consistente con estudios previos, donde se ha observado que el consumo de forrajes ensilados es relativamente estable cuando el proceso de conservación ha sido correctamente realizado (Choque y Vilcas., 2013).

Los forrajes ensilados, al estar fermentados, tienden a ser bien aceptados por los animales, ya que los procesos de fermentación generan productos que pueden mejorar la palatabilidad, como los ácidos láctico y acético (Mamani & Cotacallapa, 2018). En este caso, el consumo de avena forrajera por parte de los cuyes no mostró variaciones importantes, lo que indica que el proceso de secado no introdujo cambios significativos en las características organolépticas del ensilado. Esta estabilidad en el consumo es crucial, ya que asegura que los animales mantengan un adecuado aporte de nutrientes, independientemente del tiempo de secado.

Además, el nivel de consumo de alimento puede estar influenciado por la capacidad del animal para digerir y metabolizar los nutrientes del ensilado, así como por la densidad energética del forraje. Dado que los cuyes tienen una alta eficiencia en la digestión de forrajes fibrosos, es posible que la avena forrajera, incluso cuando sometida a diferentes tiempos de secado, continúe siendo una

fuentes efectivas de nutrientes sin afectar el apetito ni el comportamiento alimentario de los animales (Apraez et al., 2012).

Conversión alimenticia.

En el presente estudio, no se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia de los cuyes alimentados con avena forrajera ensilada bajo diferentes tiempos de secado, lo que sugiere que el tiempo de secado no afectó la eficiencia con la que los animales utilizaron el alimento para ganar peso.

Este resultado es coherente con la estabilidad observada en otros parámetros, como el consumo de alimento y la digestibilidad, lo que refuerza la idea de que el proceso de secado no afecta la calidad nutricional del ensilado ni su capacidad para ser utilizado eficientemente por los animales (Silva & Ruata, 2020). La conversión alimenticia es un parámetro clave en la producción animal, ya que refleja no solo la calidad del alimento, sino también la salud y el metabolismo del animal. En este caso, la avena forrajera ensilada mostró ser un alimento altamente eficiente, con una conversión alimenticia consistente a lo largo de los diferentes tiempos de secado.

Finalmente, la conversión alimenticia está influenciada por la composición nutricional del forraje, específicamente por su contenido en proteínas, fibra y energía. Dado que el análisis proximal de la avena forrajera no mostró variaciones significativas en estos componentes a lo largo de los distintos tiempos de secado, es comprensible que la conversión alimenticia se mantenga constante (Elizalde y Gallardo, 2003). Esto sugiere que el ensilado de avena forrajera es una opción altamente viable y eficiente para la alimentación de cuyes en sistemas de producción animal.

El rendimiento productivo de los animales está intrínsecamente relacionado con el consumo de alimento y la conversión alimenticia. En este estudio, la estabilidad observada en ambos parámetros sugiere que la avena forrajera ensilada, independientemente del tiempo de secado, es capaz de sostener un rendimiento productivo adecuado en los cuyes. Esto es crucial para los sistemas de producción animal, donde la eficiencia en la conversión de nutrientes en peso corporal es uno de los principales objetivos (Silva & Ruata, 2020).

CONCLUSIONES

A lo largo del análisis, se ha demostrado que el Tratamiento 1 (T1 - 0 horas de secado) es el más eficiente en términos de coeficiente de digestibilidad, lo que indica que los cuyes alimentados con ensilado de forraje fresco aprovechan mejor el alimento para convertirlo en ganancia de peso. En comparación, los tratamientos con secado prolongado muestran una menor eficiencia.

El Tratamiento 4 (T4 - 24 horas de secado) resultó ser el menos eficiente en el coeficiente de digestibilidad, lo que sugiere que el secado prolongado del forraje afecta negativamente la capacidad digestiva y de absorción de nutrientes de los cuyes, disminuyendo su ganancia de peso. Los resultados de Tukey mostraron diferencias significativas entre T1 y T4, destacando la influencia negativa del secado.

El análisis de varianza (ANOVA) arrojó diferencias significativas en la conversión alimenticia entre los tratamientos. Las comparaciones de Tukey HSD revelaron que las diferencias entre T1 y los demás tratamientos (T2, T3 y T4) fueron estadísticamente significativas. Esto evidencia que el tiempo de secado influye directamente en la eficiencia del consumo de alimento.

Los tratamientos intermedios T2 (8 horas de secado) y T3 (12 horas de secado) mostraron resultados mixtos. Aunque fueron menos eficientes que T1, no mostraron diferencias significativas entre sí. Esto sugiere que los tiempos de secado moderados no tienen un impacto tan severo como el secado prolongado, pero tampoco son tan beneficiosos como el forraje fresco.

El tratamiento con forraje fresco (T1) también resultó en un mayor consumo de alimento, lo que se traduce en una mayor ganancia de peso final. A medida que el secado del forraje aumenta, tanto el consumo de alimento como la ganancia de peso disminuyen, siendo T4 el tratamiento con el menor consumo acumulado y ganancia de peso final.

En términos productivos, los resultados sugieren que reducir el tiempo de secado del forraje es fundamental para maximizar la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso en los cuyes, aunque en los diferentes tratamientos los animales no mostraron rechazo hacia el alimento, lo que indica una adecuada palatabilidad del ensilado de avena.

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar forraje fresco o con un tiempo de secado máximo de 0 horas en ensilado para alimentar a los cuyes. Esto maximiza la digestibilidad aparente y asegura una mayor ganancia de peso en los animales. El forraje fresco ha demostrado ser el más eficiente, y el secado prolongado debe evitarse para mejorar los rendimientos productivos.

Es importante implementar un sistema de monitoreo en el proceso de secado del forraje para garantizar que no se excedan las 8 horas de secado. El secado prolongado, como el observado en T4 (24 horas), afecta negativamente tanto el consumo como la ganancia de peso, lo que puede impactar la rentabilidad del sistema productivo.

Para evitar la necesidad de secados prolongados, se debe optimizar el proceso de almacenamiento del forraje. Utilizar técnicas de conservación que no requieran secados tan largos permitirá mantener los nutrientes y la eficiencia digestiva del forraje, mejorando así la conversión alimenticia.

Se recomienda realizar estudios adicionales sobre los efectos de tiempos intermedios de secado (entre 8 y 12 horas) para obtener mayor claridad sobre su impacto. Si bien en este análisis no se encontraron diferencias significativas entre T2 y T3, más investigaciones podrían revelar el tiempo óptimo de secado en función de las condiciones específicas de cada granja.

Es importante mantener un control riguroso del consumo de alimento en los cuyes para garantizar que el forraje se utilice de manera eficiente. Los productores deben registrar regularmente el consumo de alimento semanalmente para ajustar las cantidades en función del rendimiento productivo de los animales.

Se sugiere invertir en secados prolongados no solo afecta la conversión alimenticia, sino que también puede incrementar los costos operativos, lo que afectaría negativamente la rentabilidad del sistema productivo en cuyes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre M., J. (2008). Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad De Ciencias Pecuarias. Escuela De Ingeniería Zootécnica. Riobamba, Ecuador.
- Álvarez, J. y Romero, A. (2005). *Oryctolagus cuniculus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F
- Apráez J, Insuasty E, Portilla J & Hernández W (2012). “Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos” Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.
- Arboleda López, D., Montañez Saavedra, G., Arreaza, L., Maldonado Muñoz, J. y Molano Rodríguez, C. (2012). Evaluación de sistemas de alimentación como estrategia para afrontar la estacionalidad en ganado lechero. *Ciencia Y Agricultura*, 9(2), 39-46.
- Baltlori, L. (2001). Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: Aditivos y Alternativas al Uso de Antibióticos (Argent Export). Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. UPC. España.
- Basurto, E., Cordero, A., Ramirez, H., Paucar, R., Esteban, M., Huaman, S. y Contreras, J. (2017). Evaluación nutricional de ensilado cebada-vicia en diferentes proporciones, con y sin urea al 1 % en la Región Huancavelica.
- Cappelle, E. R., Valadares, S. C., Silva, J. F. C. y Cecon, P. R. (2001). Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6), 1837-1856. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000700022>
- Castillo Garcia, R.F., Castillo Sánchez, Z.J., Kawas Garza, J.R., Salinas Chavira, J., Ruíz Zarate, F. y López Trujillo, R. (2013). Producción, evaluación química, contenido energético, carbohidratos estructurales y no estructurales y digestibilidad in vitro en maíz forrajero. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 30. 573-590.

- Choque J y Vilcas A. (2013). "Ensilaje de Pastos "YURAC ICHU" (Festuca dichoclada) Y "CHILLIWA" (Festuca dolichophylla) con inclusión de alfalfa y aditivos en bolsas de polietileno". UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO - PERÚ. Rev. Investig. Altoandin. 2013; Vol15 Nro 2: 225-232.
- Dihigo, L.E. (2007). Caracterización físico-química de productos tropicales y su impacto en la morfofisiología digestiva del conejo. Instituto de Ciencia Animal ICA. La Habana, Cuba.
- Elizalde, H. F. y Gallardo, M. (2003). Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. Agricultura Técnica, 63(4).
- Fernández R, (2021). "Estimación del valor energético de ensilado de avena y cebada forrajera con diferentes niveles de *saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación". Universidad Nacional d Huancavelica – Perú.
- Jiménez, A., Rodríguez, R. y González, M. (2008). Conservación de forrajes para mejorar la productividad del ganado. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Juna P & Aragón E.(2016) "*Evaluación de la digestibilidad aparente in vivo de dietas isoenergéticas e isoprotéicas utilizando dos niveles de palmiste en la alimentación de conejos en el ceu.*" [Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador. Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Carrera de medicina veterinaria y zootecnia - Ecuador]
- Mamani, J, & Cotacallapa, F. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. Revista de Investigaciones Altoandinas, 20(4), 385-400. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.415>
- Martinez N & Yañez R.(2005) "*Consumo voluntario y digestibilidad aparente de materia seca de forrajes acuapónicos de hidrófitas en conejos.*" Revsita de divulgación cinetfica. Jovenes en la ciencia.
- Narváez J & Delgado J. (2012) "Valoración de la técnica in vivo aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*cavia porcellus*)" Revista e investigación pecuaria – Colombia.
- Nieves D; Moncada I., Terán O., Gonzales C.& Silvia L.(2009) "*Parámetros digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. digestibilidad ileal.*" Revsita Bioagro.
- Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C., & Ly, J. (2009). Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Revista Científica, 19(2), 173-180.

- Poma, C. (2011). Evaluación del efecto de diferentes aditivos en la composición química del ensilaje de cebada (*Hordeum vulgare*) para la alimentación del ganado en el municipio de Viacha (Tesis de Pregrado)
- Quevedo J.(2015) “Evaluación del efecto de tres mezclas forrajeras a base de gramíneas, leguminosas y malezas en el engorde de cuyes mejorados” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja, Carrera de ingeniería en administración y producción agropecuaria - Ecuador]
- Quintana, E.; Jiménez, R., Carcelén, F., San Martín, F., Ara, M. (2013). Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. *Rev Inv Vet Perú*. 24(4): 425-432. Ramos, L., Chamorro, M., Benavides, J. 2013. Evaluación de harina de nabo (*Brassica campestris*) en alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista Investigación Pecuaria*. 2(2): 33-40.
- Ramos, L., Guevara, A., Villota, M. (2013). Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pasto aubade (*Lolium* sp.) y forraje de abutillón (*Abutilon striatum*). *Revista Investigación Pecuaria*. REVIP. 2(2): 23-31
- Silva, A & Ruata, K.(2020) “Preferencia de consumo de forrajes amazónicos y digestibilidad aparente en conejos (*oryctolagus cuniculus*) de la raza mariposa.” [Tesis de pregrado, Universidad estatal Amazónica. Facultad de ciencias de la Tierra, Carrera de ingería agropecuaria - Ecuador]
- Valverde P., Trujillo J., Díaz H & Toalombo P. (2021) “Alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) con pastos y forrajes de clima tropical en pastaza – Ecuador bajo un sistema de crianza piramidal”- Ecuador

ANEXOS

Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos

1. Cuestionarios Estructurados: Recopilan información general sobre el centro experimental, las prácticas de ensilado y el manejo de los cuyes, incluyendo detalles del proceso de secado, condiciones ambientales y recursos. Son administrados al personal responsable del manejo de cuyes y ensilado.
2. Fichas de Observación: Permiten registrar las condiciones del proceso de secado (temperatura, humedad) y el estado del ensilado. Además, anotan observaciones sobre la salud y comportamiento de los cuyes, completadas por los investigadores durante las distintas etapas del experimento.
3. Registro Fotográfico: Documenta visualmente las etapas de secado y el estado del ensilado, así como la condición de los cuyes, proporcionando un complemento visual para análisis comparativos posteriores.
4. Formatos de Registro de Datos Nutricionales: Son utilizados para anotar las mediciones de la composición nutricional de la avena forrajera antes y después del secado, incluyendo parámetros como proteína, fibra y carbohidratos, completados durante los análisis de laboratorio.
5. Formatos de Evaluación de Digestibilidad Aparente (In Vivo): Recopilan datos sobre la cantidad de alimento consumido y la excreción de los cuyes, permitiendo calcular la digestibilidad aparente. Se completan diariamente para cada grupo de cuyes durante la etapa de prueba in vivo.
6. Hojas de Cálculo para Análisis Estadístico: Organizan los datos nutricionales y de digestibilidad para el análisis cuantitativo. Incluyen tablas, fórmulas y gráficos necesarios para comparar las condiciones de secado y evaluar los resultados del estudio.
7. Entrevistas Semiestructuradas con Personal Especializado: Se utilizan para obtener información cualitativa adicional sobre las prácticas de ensilado y manejo de cuyes, así como opiniones y sugerencias de expertos en nutrición animal y personal del centro experimental.

Anexo 2. Ficha de validación y/o confiabilidad de instrumentos de investigación

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS.

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADEMICO	NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTOR DEL INSTRUMENTO
SOTO VILLEGAS Flor Karina	INGENIERO ZOOTECNISTA	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA MEDIR PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CUYES	_ Bach. Anthony Ronal RIVERA CARHUARICRA _ Bach. Alexander ALEJANDRO FERNANDEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 – 20 %	Regular 21 – 40 %	Buena 41 – 60 %	Muy Buena 61 – 80 %	Excelente 81 – 100 %
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.			X		
2. OBJETIVIDAD	Expresado en conductas observadas.			X		
3. ACTUALIDAD	Adecuado en función a métodos de innovación.				X	
4. ORGANIZACIÓN	Diseñado con todos los criterios lógicos predispuestos.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para evaluar aspectos de capacidades cognitivas.					X

7. CONSISTENCIA	Se considera aspectos teóricos científicos.					X
8. COHERENCIA	Muestra coherencia entre índices, indicadores y dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	Responde correctamente al propósito de la investigación.				X	
10. OPORTUNIDAD	Instrumentos aplicados oportunamente.				X	

III. OPINIÓN Y APLICACIÓN

El uso de estos instrumentos en el proyecto ejecutado permitió recopilar una variedad de datos clave para analizar el efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado y la digestibilidad en cuyes. Los cuestionarios estructurados proporcionaron información relevante sobre las prácticas de ensilado y manejo de cuyes, lo que ayudó a entender el contexto experimental. Las fichas de observación permitieron un registro detallado de las condiciones de secado y comportamiento animal, mientras que el registro fotográfico y video aportó un complemento visual para validar y comparar los resultados.

IV. PROMEDIO Y VALIDACIÓN

Cerro de Pasco, 27 de setiembre del 2024	CIP: 298925		+51 925828456
--	----------------	--	------------------

V. PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 1. Evaluación de los mini silos utilizados para la preparación del ensilado de avena, principal variable de estudio, en el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 2. Instalación de corta viento en el ambiente principal para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 3. Selección de muestras experimentales para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 4. Ubicación de las muestras experimentales a las jaulas metabólicas, para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 5. Fase de adaptación de muestras experimentales, para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 6. Cálculo de peso de los forrajes naturales, para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 7. Vista de las jaulas metabólicas con sus respectivos tratamientos y repeticiones, el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 8. Separación del ensilado preparado para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 9. Instalación de corta viento en el ambiente principal para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC - 2023”



Imagen 10. Cálculo de peso del ensilado para suministrar y para desarrollar el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 11. Cálculo de peso vivo de las muestras experimentales del proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 12. Suministro de ensilado en el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 13. Muestras adquiridas de las heces de las muestras experimentales en el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 14. Monitoreo de las muestras experimentales en el desarrollo del proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”.



Imagen 15. Verificación de los comederos de las muestras experimentales del proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 16. Adecuación de las instalaciones del proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 17. Suministro de alimentos a las unidades experimentales en el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 18. Corte de pastos naturales para el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (Avena sativa) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (Cavia Porcellus) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 19. Selección y acopio de heces en el proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 20. Envasado de heces para enviar al laboratorio que corresponde al proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”



Imagen 21 Equipo de investigación del proyecto “Efecto del tiempo de secado en la composición nutricional del ensilado de la avena forrajera (*Avena sativa*) y determinación de la digestibilidad aparente (in vivo) en los cuyes (*Cavia Porcellus*) del centro experimental de Huariaca – UNDAC – 2023”