



Uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20, 25 %) y su digestibilidad en crecimiento y engorde de cuyes.

Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría Producción y Nutrición Animal

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magister en Nutrición y Producción Animal

Msc. Aragón Esparza, Miguel Vinicio

5 de diciembre del 2022

Reporte de la herramienta de verificación y/o similitud de contenidos



Document Information

Analyzed document	Tesis Alexandra Guachamin REVISADA.docx (D154282385)
Submitted	2022-12-21 21:38:00
Submitted by	
Submitter email	mvaragon@utn.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	mvaragon.utn@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS PARA EL PROCEDIMIENTO DEL URKUND SRTA Flor Allauca-2022.docx Document TESIS PARA EL PROCEDIMIENTO DEL URKUND SRTA Flor Allauca-2022.docx (D128342678)		1
SA	tesismonica.docx Document tesismonica.docx (D32184729)		1
SA	TESIS LILIANA QUIÑONEZ.doc Document TESIS LILIANA QUIÑONEZ.doc (D78203816)		3
SA	PROYECTO DE INVESTIGACION urkun 2.0.docx Document PROYECTO DE INVESTIGACION urkun 2.0.docx (D133107294)		3
SA	Proyecto final Katerine Santi arreglado.docx Document Proyecto final Katerine Santi arreglado.docx (D40162248)		2
SA	TESIS de lili Zaida Rodriguez Cumpa.docx Document TESIS de lili Zaida Rodriguez Cumpa.docx (D55685981)		1
SA	tesis.pdf Document tesis.pdf (D122040282)		4
SA	Rodriguez_T_2021.pdf Document Rodriguez_T_2021.pdf (D110671991)		1



Firmado electrónicamente por:
MIGUEL VINICIO
ARAGON ESPARZA

.....

Msc. Aragón Esparza, Miguel Vinicio
Director



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20, 25 %) y su digestibilidad en crecimiento y engorde de cuyes”** fue realizado por la señorita **Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 5 de diciembre del 2022



.....
Msc. Aragón Esparza, Miguel Vinicio

Director

C.C.: 1001497229



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Responsabilidad de autoría

Yo **Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth**, con cédula de ciudadanía n°1721066429, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20, 25 %) y su digestibilidad en crecimiento y engorde de cuyes** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 5 de diciembre del 2022

Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth

C.C.: 1721066429



Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Autorización de Publicación

Yo **Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth**, con cédula de ciudadanía n°1721066429, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20, 25 %) y su digestibilidad en crecimiento y engorde de cuyes** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 5 de diciembre del 2022



Guachamín Tibanta, Alexandra Elizabeth

C.C.: 1721066429

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a mi esposo e hijos que me han brindado su apoyo incondicional y han estado presentes en cada momento, confiando en mí; A mis padres que me han dado la fuerza necesaria y la confianza para que cada día siga adelante.

Agradecimiento

Agradezco a mi familia, compañeros y a todas aquellas personas que de la manera más desinteresada me guiaron y dieron todo su apoyo para la elaboración de este trabajo de investigación.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, al Centro de Posgrados y su personal docente, por compartir sus conocimientos

Índice de contenidos

Reporte de la herramienta de verificación y/o similitud de contenidos	2
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Resumen	20
Abstract	21
Capítulo I.....	22
Planteamiento del problema	22
Introducción.....	22
Justificación	23
Objetivos.....	24
<i>Objetivo General</i>	24
<i>Objetivos Específicos</i>	24
Hipótesis	24
Capítulo II.....	25
Revisión de literatura.....	25
Generalidades de la caña de azúcar	25
<i>Producción mundial de caña de azúcar</i>	25

<i>Producción de caña de azúcar en Ecuador</i>	26
<i>Parámetros de evaluación química de la caña de azúcar</i>	28
<i>Caña de azúcar como fuente de alimentación animal</i>	32
<i>Composición química de la caña de azúcar para la alimentación animal</i>	34
<i>La Caña de Azúcar como Forraje y Pastura</i>	34
<i>Valoración nutricional</i>	35
Digestibilidad.	36
<i>In Vivo</i>	38
<i>Digestibilidad aparente</i>	38
<i>Coefficiente de Digestibilidad</i>	39
<i>Determinación de la Digestibilidad</i>	40
<i>Pruebas de digestibilidad de la caña de azúcar en animales</i>	41
<i>Perfil bio- fisiológico de la caña de azúcar</i>	41
<i>Caña de azúcar en la alimentación de cuyes</i>	42
El cuy	43
<i>Características morfológicas del cuy</i>	43
<i>Anatomía y fisiología del cuy</i>	43
<i>Parámetros productivos y reproductivos</i>	44
<i>Requerimientos nutricionales del cuy</i>	45
<i>Necesidades de energía</i>	47
<i>Sistemas de alimentación</i>	47

	10
<i>Consumo de alimento</i>	48
<i>Consumo de forraje</i>	49
<i>Alimentación a base de balanceados</i>	50
<i>Alimentación Mixta (Forraje y balanceado)</i>	51
<i>Análisis de los alimentos</i>	52
Marco Conceptual.....	53
Investigaciones realizadas en especies monogástricas con inclusión de caña de azúcar	54
Capítulo III.....	58
Materiales y métodos	58
Ubicación del lugar de investigación.....	58
Materiales y equipos.....	59
<i>Fase de campo</i>	59
<i>Fase de laboratorio</i>	60
Metodología de investigación	60
<i>Fase de campo</i>	60
<i>Fases de laboratorio</i>	64
Análisis estadístico	67
Modelo matemático	67
Coefficiente de variación.....	68
Análisis funcional	68
<i>Prueba de Duncan al 5 % por tratamiento</i>	68

	11
<i>Regresiones y correlaciones</i>	68
Capítulo IV	73
Resultados y discusión	73
Consumo de alimento	73
<i>Etapa de crecimiento</i>	73
<i>Etapa de engorde</i>	74
Peso semanal	77
<i>Etapa de crecimiento</i>	77
<i>Etapa de engorde</i>	79
Ganancia diaria de peso.....	81
<i>Etapa de crecimiento</i>	81
<i>Etapa de engorde</i>	82
Conversión alimenticia.....	84
<i>Etapa de crecimiento</i>	84
<i>Etapa de engorde</i>	86
Mortalidad	88
<i>Etapa crecimiento</i>	88
<i>Etapa de engorde</i>	89
<i>Peso vivo, peso faenado y peso residuos.</i>	90
Relación costo/beneficio	92
Laboratorio.	93

	12
<i>Análisis proximal</i>	93
<i>Análisis proximal de las muestras de heces</i>	94
<i>Porcentaje de humedad</i>	95
<i>Porcentaje de proteína</i>	96
<i>Porcentaje de fibra</i>	96
<i>Porcentaje de cenizas</i>	97
<i>Porcentaje de extracto etéreo</i>	98
<i>Porcentaje de extracto libre de nitrógeno</i>	98
Digestibilidad	100
Análisis de correlación	100
<i>Nutrientes digestibles de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña</i>	109
<i>Proteína digestible</i>	110
<i>Fibra digestible</i>	110
<i>Extracto etéreo</i>	110
<i>Extracto libre de nitrógeno</i>	110
<i>Nutrientes digestibles totales de los dos tratamientos alfalfa y alfalfa + caña</i>	112
<i>Energía digestible de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña</i>	114
Capítulo V	116
Conclusiones y Recomendaciones	116
Conclusiones.....	116

Recomendaciones.....	117
Bibliografía.....	118
Apéndices	130

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Producción mundial de la caña de azúcar (Ton)</i>	26
Tabla 2 <i>Superficie de caña plantada, cosecha, producción y comercialización en Ecuador año 2017- 2019.</i>	27
Tabla 3 <i>Producción de caña de azúcar (miles de Tm)</i>	27
Tabla 4 <i>Composición de la caña de azúcar</i>	29
Tabla 5 <i>Composición nutricional de la caña de azúcar y sus subproductos</i>	32
Tabla 6 <i>Indicadores nutritivos de productos empleados como alimento animal (valores promedios) ...</i>	32
Tabla 7 <i>Composición química de la caña de azúcar para alimentación animal</i>	34
Tabla 8 <i>Consumo promedio de forraje por animal al día</i>	49
Tabla 9 <i>Consumo de concentrado por día y por animal</i>	51
Tabla 10 <i>Características climáticas del lugar de estudio</i>	58
Tabla 11 <i>Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T0</i>	61
Tabla 12 <i>Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T1</i>	61
Tabla 13 <i>Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T2</i>	62
Tabla 14 <i>Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T3 (20 % de caña de azúcar)</i>	62
Tabla 15 <i>Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T4 (25 % de caña de azúcar)</i>	63
Tabla 16 <i>Esquema del análisis de varianza para análisis combinado por ciclo y tratamiento</i>	68
Tabla 17 <i>Esquema de tratamiento</i>	69
Tabla 18 <i>Composición de las raciones alimenticias en el T0</i>	70

Tabla 19 <i>Composición de las raciones alimenticias en el T1(10 % de caña de azúcar)</i>	70
Tabla 20 <i>Composición de las raciones alimenticias en el T2</i>	71
Tabla 21 <i>Composición de las raciones alimenticias en el T3</i> <i>Composición de las raciones alimenticias en el T3(20% de caña de azúcar)</i>	71
Tabla 22 <i>Composición de las raciones alimenticias en el T4</i>	72
Tabla 23 <i>Promedio \pm EE del consumo de alimento de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito</i>	73
Tabla 24 <i>Promedio \pm EE del consumo de alimento en cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito.</i>	75
Tabla 26 <i>Promedio \pm EE del peso de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.</i>	78
Tabla 26 <i>Promedio \pm EE del peso de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito</i>	79
Tabla 27 <i>Promedio \pm EE de la ganancia diaria de peso (GDP) de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito</i>	81
Tabla 28 <i>Promedio \pm EE de la ganancia diaria de peso (GDP) de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito</i>	83
Tabla 29 <i>Promedio \pm EE de conversión alimenticia de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito....</i>	85

Tabla 30 Promedio \pm EE de conversión alimenticia de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito. alimenticia de los cuyes – etapa	86
Tabla 31 Promedio \pm EE de mortalidad de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.	88
Tabla 32 Promedio \pm EE de mortalidad de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito.	89
Tabla 33 Promedio \pm EE de los pesos en vivo, faenados y residuos de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar –en la parroquia de Guamaní-Quito.	90
Tabla 34 Análisis beneficio/costo de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar –en la parroquia de Guamaní-Quito.	92
Tabla 35 Análisis químico proximal de los ingredientes evaluados	93
Tabla 36 Porcentaje de humedad, proteína, ceniza, extracto etéreo y libre de nitrógeno	94
Tabla 37 Valores de Humedad, Proteína, Fibra, Ceniza, Extracto Etéreo y Extracto Libre de Nitrógeno obtenidos en el análisis proximal	99
Tabla 38 Coeficientes de digestibilidad	100
Tabla 39 Promedio de nutrientes digestibles de cuyes alimentados con alfalfa y alfalfa +caña de azúcar en con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.	108
Tabla 40 Nutrientes digestibles de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno. ...	109
Tabla 41 Nutrientes digestibles de la proteína digestible, fibra digestible, EE y ELN	109

Tabla 42 <i>Promedio de nutrientes digestibles de cuyes alimentados con alfalfa y alfalfa +caña de azúcar en con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.</i>	111
Tabla 43 Nutrientes digestibles totales (NDT) de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña de azúcar. .	113
Tabla 44 <i>Energía bruta y energía digestible de alfalfa y alfalfa + caña de azúcar</i>	114

Índice de figuras

Figura 1 <i>Análisis químico nutrimental de los residuos de la caña de azúcar en base a materia seca (MS).</i>	30
Figura 2 <i>Mapa de la ubicación sector la Victoria-Guamaní Mapa de la ubicación sector la Victoria-Guamaní</i>	59
Figura 3 <i>Esquema de la disposición de las unidades experimentales</i>	69
Figura 4 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de crecimiento.</i>	74
Figura 5 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.</i>	76
Figura 6 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.</i>	77
Figura 7 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de crecimiento.</i>	78
Figura 8 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.</i>	80
Figura 9 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la ganancia de peso de cuyes - etapa de crecimiento.</i>	82
Figura 10 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la ganancia de peso de cuyes - etapa de engorde.</i>	83
Figura 11 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la conversión alimenticia de cuyes - etapa de crecimiento.</i>	85

Figura 12 <i>Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la conversión alimenticia de cuyes - etapa de engorde</i>	87
Figura 13 <i>Análisis proximal de las heces de cuyes alimentados con de alfalfa y caña+alfalfa en cuyes.</i>	95
Figura 14 <i>Análisis de correlación de la digestibilidad de nutrientes de cuyes alimentados con alfalfa.</i>	101
Figura 15 <i>Análisis de correlación de la digestibilidad de nutrientes de cuyes alimentados con Alfalfa+caña de azúcar.</i>	102
Figura 16 <i>Digestibilidad de nutrientes de las heces de cuyes alimentados con de alfalfa y caña+alfalfa en cuyes.</i>	108
Figura 17 <i>Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles presentes en las heces de cuyes.</i>	112
Figura 18 <i>Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles totales (TDN) presentes en las heces de cuyes.</i>	113
Figura 19 <i>Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles totales (TDN) presentes en las heces de cuyes.</i>	115

Resumen

El presente trabajo de investigación, se realizó en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Guamaní, Sector La Victoria, donde se plantea como objetivo “Determinar el efecto del uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20 y 25 %) en la alimentación de cuyes y su digestibilidad en la fase de crecimiento engorde, para mejorar los parámetros productivos”. En el cual se evaluó la digestibilidad desempeño productivo, así como también el efecto de diferentes niveles de reemplazo de caña de azúcar fresca y picada en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y engorde. Parámetros que se valoraron a través de una investigación con enfoque cuantitativa de tipo descriptivo, con un análisis de varianza para las diferencias (ADEVA), regresión polinomial y la prueba de Duncan. Los resultados obtenidos establecen que el reemplazo de los niveles de caña de azúcar (0,10,15,20 y 25%) sobre las diferentes variables evaluadas, sin embargo, presentaron un mayor consumo con la suplementación del 25% en la segunda y tercera semana pero que no repercutió en el peso e incremento de peso. Económicamente el tratamiento más funcional corresponde a T4 por presentar una mejor relación costo/beneficio ya que consumen menos alfalfa que el componente más caro, La sustitución del 25 % de alfalfa con caña de azúcar presentó menores contenidos de ceniza y proteína mientras que la fibra y extracto libre se incrementaron

Palabras clave: Niveles de inclusión, digestibilidad, crecimiento, engorde, alimentación.

Abstract

The purpose of the research work "Use of five levels of sugar cane inclusion (0, 10, 15, 20 and 25%) and its digestibility in growth and fattening of guinea pigs", was carried out in the province of Pichincha, Canton Quito, Guamaní Parish, La Victoria Sector, where the objective was to determine the effect of using different levels of sugar cane (0, 10, 15, 20 and 25%) in the feeding of guinea pigs and its digestibility in the growth and fattening phase. This study evaluated the productive performance digestibility, as well as the effect of different replacement levels of fresh and chopped sugar cane in the feeding of guinea pigs in the growth and fattening phase. These parameters were evaluated through a descriptive quantitative research approach, with an analysis of variance for differences (ADEVA), polynomial regression and Duncan's test. The results obtained establish that the replacement of sugar cane levels (0,10,15,20 and 25%) on the different variables evaluated, however, presented a higher intake with the 25% supplementation in the second and third week but did not have an impact on weight and weight gain. Economically, the most functional treatment corresponds to T4 for presenting a better cost/benefit ratio since they consume less alfalfa than the most expensive component. The substitution of 25% of alfalfa with sugar cane presented lower ash and protein contents while fiber and free extract increased.

Keywords: Inclusion levels, digestibility, growth, fattening, feeding.

Capítulo I

Planteamiento del problema

Introducción

Las grandes necesidades cada vez están más crecientes de contar con pasturas de buena calidad para la alimentación de cuyes con buen valor nutricional, con los que se toma en cuenta los valores nutritivos de la caña de azúcar, su disponibilidad, su fácil producción y su capacidad de metabolizar mayor cantidad de carbono y producir de 3 a 8 veces más energía (Aranda et al., 2018); además, se adapta al nivel del mar hasta los 1623 m.s.n.m. (Villalobos & Durán, 2011). Al mismo tiempo es un gran productor de biomasa (Collaguazo, 2009)

Según los datos de FAO, en el mundo se sembraron alrededor de 21.032.610 hectáreas de caña de azúcar en el 2009, siendo Brasil el mayor con 8.598.440 ha (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2011) mientras que en Ecuador la superficie plantada de caña de azúcar fue de 126.246 hectáreas (Instituto Nacional de Encuestas y Censos, 2022). En tal virtud, se lo considera una opción de alimento especialmente en épocas de sequía, dado que en este tiempo existe limitación nutritiva debido al bajo contenido de proteína (Vargas et al., 2005). En los cerdos presenta ciertas ventajas, ya que son más eficientes en la conversión del azúcar en carne y gras animal (Ríos, 2011).

Por otro lado, como forraje presenta niveles altos de pared celular (72% FDN y 48% FDA, en base seca) lo que tiende a disminuir su consumo (Fernández & Gómez, 2010a); a su vez, el porcentaje de grasas (extracto etéreo) también es bajo, siendo menor al 2%; alto en hidratos de carbono no estructurados y sumando el alto porcentaje de lignina hace que la digestibilidad no supere el 60 %.

Cuando el alimento es consumido y sufre los procesos de degradación gastrointestinal, se elimina el residuo en heces, por lo cual, si el valor de energía bruta se le resta a la energía contenida en las heces se obtiene el valor de la energía digestible, que es el mejor indicador de la energía

disponible para el animal (Osorio et al., 2012). La caña de azúcar muestra un alto contenido de fibra 46,80 %, elevado contenido de energía 44,87 % y energía metabolizable de 2.17 Mcal·kg⁻¹ de materia seca (Llánez, 2012).

En este sentido, la caña de azúcar se la puede considerar como una alternativa de alimento en monogástricos como es el cuy, pero no como único alimento, ya que se debe considerar las limitantes que tiene como forraje (Nero, 2017).

Justificación

El diseño de sistemas sostenibles de producción animal para países en desarrollo debe ajustarse a la aceptación de condiciones de su impacto económico, ecológico, sociológico y etológico (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1972). Es por esto por lo que los sistemas de producción desarrollados en la actualidad están condicionados por los costos de producción y dentro de ellos por el factor alimentación, que es el garante de la sustentabilidad de estos.

En tal virtud, este escenario permite indagar acerca de los ingredientes de buena calidad, mismos que deben ser apropiados a la mínima intervención y particularidades nutricionales, así como la digestibilidad aceptable que logren obtener niveles adecuados de inclusión en la dieta de varias especies. Por otro lado, el sistema de producción sostenible solventa los costos elevados de materia prima y balanceado para las especies durante su sistema productivo.

En el caso de la alimentación de cuyes, los forrajes son la base elemental de la dieta, dada la condición herbívora de la especie, donde prima el conocer el grado de beneficio en el caso de especies herbáceas, arbustivas, forrajeras y arbóreas. En donde, se presentan diversas técnicas para pronosticar el grado de aprovechamiento a través del tracto digestivo, a fin de diseñar dietas acordes a las necesidades de la especie y que permitan obtener los máximos niveles de rendimiento productivo y económico al final de cada proceso.

Tal es el caso de la técnica In Vivo para la determinación de la digestibilidad en un corto periodo de tiempo y con el uso de Jaulas metabólicas especialmente diseñadas para la recolección de heces, orina y para el control del alimento suministrado, consumido y rechazado que permite determinar coeficientes de digestibilidad para una determinada especie forrajera (Narváez & Delgado, 2012).

Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto del uso de diferentes niveles de caña de azúcar (0, 10, 15, 20 y 25 %) en la alimentación de cuyes y su digestibilidad en la fase de crecimiento engorde, para mejorar los parámetros productivos.

Objetivos Específicos

Determinar la digestibilidad para proteína y energía en los diferentes niveles de inclusión.

Evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de caña de azúcar, sobre el comportamiento productivo (Consumo de alimento, ganancia de peso, Rendimiento a la canal, conversión alimenticia, mortalidad) en cuyes.

Determinar los costos de producción y establecer la rentabilidad a través del indicador beneficio-costo

Hipótesis

H0: La inclusión de caña de azúcar en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento - engorde, no influye en el desempeño productivo.

Ha: La inclusión de caña de azúcar en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento - engorde, influye en el desempeño

Capítulo II

Revisión de literatura

Generalidades de la caña de azúcar

La caña de azúcar *Saccharum officinarum* L es una especie de gramínea propia de los países tropicales. Son especies perennes, adaptables casi a cualquier tipo de suelo y alta tolerancia a la atura, ya que se adapta al nivel del mar hasta los 1623 m.s.n.m (Villalobos & Durán, 2011). Además, mide entre 3 y 6 metros de altura con un diámetro de 2 y 5 centímetros, siendo una especie del género herbácea vivaces de la Familia de la Gramíneas. La caña de azúcar es cultivada en países tropicales y subtropicales conociéndose así diferentes variedades difiriendo en su color y la altura de los tallos (Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador, 1991).

En efecto, la caña de azúcar es un cultivo muy eficiente en cuanto a producción de biomasa, tiene gran capacidad de utilizar altas intensidades de energía solar con poca cantidad de agua y puede producir 3,8 veces más energía que los otros cereales (Collaguazo, 2009).

Desde el punto de vista de Armuelles & Simití (2010), la caña de azúcar es una planta que tiene las características de metabolizar mayor cantidad de carbono, ya que posee el ciclo del carbono C4 y tiene la capacidad de utilizar altas intensidades de energía solar con un requisito reducido de agua y poder producir 3,8 más energía que los cereales. Esta ventaja hace que la producción de biomasa sea superior a la de otros cultivos (Aranda et al., 2018).

Producción mundial de caña de azúcar

De acuerdo con los datos emitidos por la FAO, a nivel mundial se han plantado aproximadamente 21.032.610 hectáreas de caña de azúcar en el 2009, siendo Brasil el primer productor con aproximadamente 8.598.440 Has, seguido por India (4.400.000 Has), China (1.630.520 Has) y Pakistán (1.029.000 Has). En porcentajes Brasil lidera con el 40,88%, seguido de India (20,9%),

China (7,75%) y Pakistán (4,89%), estos cuatro países son los que mayor área de siembra destinaron al cultivo. A nivel de los países mencionados, han sembrado más del 74,42% de la superficie mundial.

Por consiguiente, otros países que sobresalen en la siembra y cultivo de la caña de azúcar son Tailandia (4,43%), Cuba (2,06%), Filipinas (1,92%), Australia (1,86%), entre otros. Si se observa en la Tabla 1 los 13 países agrupados representaron en conjunto el 87,03% de la producción mundial del 2008, que fue de 1.736.271.147 toneladas (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2011).

Tabla 1

Producción mundial de la caña de azúcar (Ton)

Países	Año				
	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	422.956.646	477.410.656	549.707.328	645.300.182	689.895.024
India	237.088.400	281.171.800	355.519.700	384.187.900	285.029.000
China	875.578.212	93.306.257	113.731.917	124.917.502	113.745.502
México	51.645.544	50.675.820	52.089.356	51.106.900	N/D
Tailandia	49.586.360	47.658.097	64.365.482	73.501.610	66.816.446
Pakistán	47.244.100	44.665.500	54.741.600	63.920.000	50.045.000
Colombia	39.849.240	38.450.000	38.500.000	38.500.000	38.500.000
Australia	37.822.192	37.128.000	36.397.000	32.621.113	31.456.858
Filipinas	31.400.000	31.550.000	22.235.000	26.601.400	22.932.819
Indonesia	29.300.000	29.200.000	25.300.000	26.000.000	26.500.000
EEUU	26.606.000	29.564.000	27.750.600	25.041.020	27.455.950
Argentina	24.400.000	26.450.000	29.950.000	29.950.000	29.950.000
Guatemala	23.454.030	18.721.415	25.436.764	25.436.764	N/D
Otros	212.645.974	215.585.057	221.451.081	225.186.756	127.946.216
Total	1.321.576.698	1.421.536.602	1.617.175.828	1.736.271.147	1.510.272.815

Nota. La Tabla muestra la producción mundial de caña de azúcar en el período 2005 – 2009 menciona a ACDI/VOCA sobre datos de FAO (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, 2011).

Producción de caña de azúcar en Ecuador

La cadena productiva de la caña de azúcar representa uno de los pilares fundamentales del desarrollo agrícola del país, representando alrededor del 3.9% del PIB agrícola, y generando más de

30,000 puestos de trabajo directos; y unos 80,000 indirectos (Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador, 2013).

En el 2019, la superficie plantada de caña de azúcar a nivel nacional fue de 126.246 hectáreas, correspondiendo al 91,76 %; mientras que para otros usos fue de 17.870 hectáreas que corresponde al 8,2 % (Instituto Nacional de Encuestas y Censos, 2022).

Tabla 2

Superficie de caña plantada, cosecha, producción y comercialización en Ecuador año 2017- 2019.

Año	Superficie (Ha)		Producción (Tm)	Ventas (Tm)
	Plantada	Cosechada		
2017	134.950	127.081	9.344.983	8.751.116
2018	132.771	115.321	7.840.635	6.382.088
2019	144,116	137.337	10.088.870	6.372.328

Nota. La Tabla muestra la superficie de la producción, cosecha y comercialización de la caña de azúcar en Ecuador en los años 2017 al 2019. (Instituto Nacional de Encuestas y Censos, 2022).

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua INEC (2022), entre las principales provincias productoras de caña de azúcar se encuentra Guayas, Imbabura y Loja; identificando a Guayas una producción durante el 2019 de 7.549 millones de toneladas seguida por Imbabura 312 millones de toneladas en el mismo año y Loja 235 millones de toneladas como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3

Producción de caña de azúcar (miles de Tm)

Año	Provincias		
	Guayas	Imbabura	Loja
2017	7.490	329	679
2018	6.536	313	192
2019	7.549	312	235

Nota. La Tabla muestra la producción de caña de azúcar en Miles de Tm (Instituto Nacional de Encuestas y Censos, 2022)

Parámetros de evaluación química de la caña de azúcar

Composición química.

Sin tomar en cuenta los alimentos minerales y el agua, de manera general, los alimentos son combinaciones orgánicas que incluyen el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, así como otros que se encuentran en menor proporción P, S, Cl, Ca, Na, Mg, K. Además, existen elementos que figuran en mínimas cantidades, pero son importantes como son: Fe, Mn, Co, etc., importantes en el metabolismo.

De esta lista de nutrientes ya sea en mayor o menor cantidad, resultará una combinación química que dará la naturaleza fundamental a los alimentos, por lo que se distingue dos tipos de compuestos que constituyen los alimentos; los de origen mineral (agua, minerales) y los de origen orgánico (Hidratos de Carbono o Glúcidos, lípidos, proteínas y vitaminas (Caravaca, 2012).

Composición Química y valor nutritivo de la caña de azúcar.

Montenegro (2021), indica que la caña de azúcar es una de las gramíneas con mayor rendimiento de biomasa por unidad de área (397 tn/ha de materia seca) y de tiempo, superando a otras plantas de alto rendimiento como el maíz y el trigo. Otra ventaja de este cultivo es que mantiene su digestibilidad con la madurez durante épocas secas cuando otras gramíneas están poco disponibles y son de calidad muy baja. El tronco de la caña de azúcar está compuesto por sólida (fibra) y una parte líquida (jugo) que contiene agua y sacarosa. La proporción en la que se encuentran los componentes dependerá de la variedad, edad, clima, madurez sin embargo como valores referenciales se puede identificar las siguientes:

Tabla 4*Composición de la caña de azúcar*

Componentes	
Agua	73- 76 %
Sacarosa	8-15 %
Fibra	11-16 %
Fracciones en base seca	
Materia Seca	29 %
Cenizas	5 %
Lignina	7 %
Celulosa	27 %
Hemicelulosa	20 %
Azúcares solubles	40 %
Proteína bruta	2 %

Nota. La Tabla muestra la composición de la caña de azúcar y sus porcentajes de participación. (Montenegro, 2021).

Si se relaciona el elevado contenido de azúcares solubles y su déficit de nitrógeno, se puede determinar que existe un desbalance de proteína y energía, lo que representa una limitante para la alimentación animal, disminuyendo la degradabilidad de este forraje cuya digestibilidad se halla entre 37 y 52 % y 10 y 24 % para la materia seca y FDN respectivamente (Montenegro, 2021).

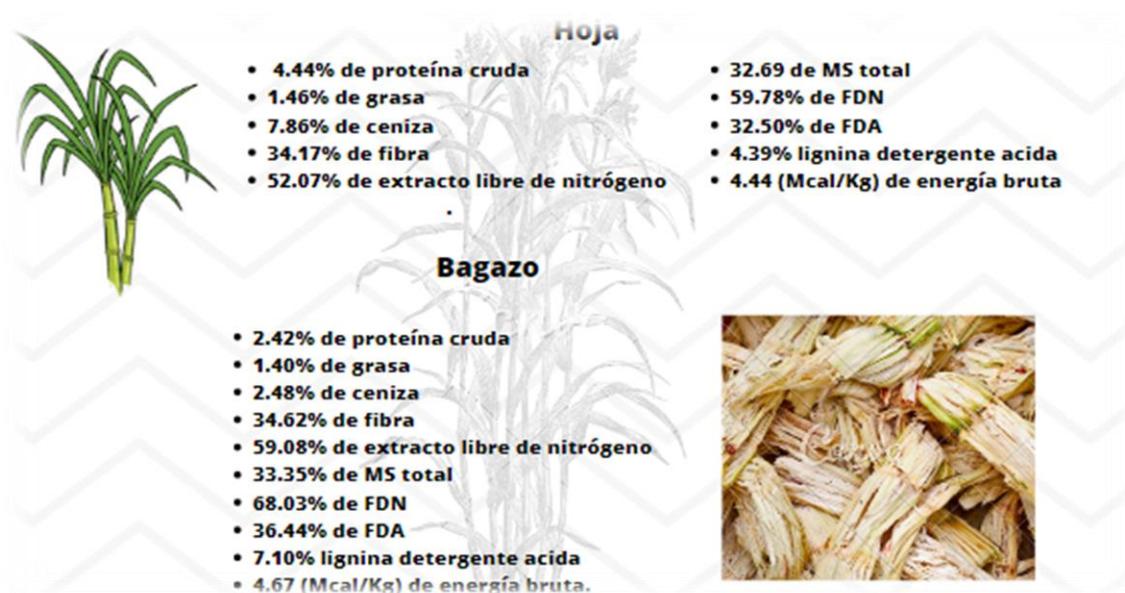
Según Correa (2008), la degradabilidad de los alimentos se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$(-kd^2 * b * e - kd * t) / (kd * b * e - kd * t) = a/b = -kd$$

Para efecto del cálculo de Kd o tasa de degradabilidad la tasa de pasaje y degradabilidad efectiva de caña de azúcar es necesario identificar el análisis de la composición química en base a la materia seca.

Figura 1

Análisis químico nutrimental de los residuos de la caña de azúcar en base a materia seca (MS).



Nota. La Figura muestra el análisis químico de dos subproductos la caña de azúcar en base a materia seca utilizados para los estudios de degradabilidad (Vera et al., 2021).

De acuerdo a los valores de degradabilidad de la caña de azúcar identificados en el estudio de Vera *et al.*, (2021), mismos que son totalmente aceptables, se puede afirmar que la caña de azúcar al ser un alimento de uso animal debe contener un mínimo de 50 % de digestibilidad de la materia seca si es para especies rumiantes.

Características nutricionales

En la caña de azúcar madura la materia seca representa el 30%, a diferencia de las gramíneas tropicales, que reducen la digestibilidad a medida que la pastura madura. En la caña de azúcar, la digestibilidad total no disminuye con la madurez, pudiendo incluso presentar un pequeño aumento. Esto se debe a una acumulación de azúcares que pueden ser fácilmente fermentados, que compensan la disminución de la digestibilidad producida por el aumento en el contenido de lignina.

En tal virtud, la participación de la proteína es relativamente baja a comparación de otras gramíneas (4,5% de la MS). En tal sentido, al usar a la caña de azúcar como alimento se debe considerar que presenta un porcentaje bajo de proteína, esto a causa de los microorganismos del rumen, quienes requieren compuestos nitrogenados para su reproducción, y llegar a la digestibilidad del alimento. Es por esta razón, que el suministro a los animales necesita ser complementado con otras materias primas (Bolognini, 2011).

Por otro lado, la caña de azúcar presenta un 2% de grasas (extracto etéreo) siendo otro elemento muy bajo. Sin embargo, se presenta un alto contenido de hidratos de carbono (celulosa y hemicelulosa) a los cuales se les suma una alta participación de lignina, mismos que limitan a la digestibilidad hasta el 60%. No obstante, la caña de azúcar al estar compuesta por carbohidratos solubles de fácil fermentación contribuye a la Energía Metabolizable en las especies rumiantes de 2,1 Mcal (Dilger et al., 2020b).

En efecto, la característica más importante es su alto contenido de azúcares solubles (aproximadamente 18° Brix) y fibra (48% en promedio), aunque es pobre en proteína (menos de 5% en promedio) y minerales, y casi ausente de grasas y almidones. Asimismo, para aumentar el contenido de nitrógeno que permita una mayor síntesis de proteínas en el tracto digestivo de los animales alimentados con caña de azúcar, se sugiere adicionar desde 5 g a 10 g de urea por cada kilogramo de caña fresca o mezclarse con una fuente de proteína común (Salazar et al., 2017).

El elevado contenido de azúcar y reducido contenido de almidón de la caña limita la digestibilidad de la fibra (50% a 68%), por lo que, no se recomienda su utilización como única fuente de forraje en la alimentación del ganado ni en grandes cantidades (no más de 50 % de la dieta en base seca) en la formulación de raciones alimenticias (Salazar et al., 2017).

Tabla 5*Composición nutricional de la caña de azúcar y sus subproductos*

Nutrientes	Caña integral	Puntas	Melaza	Bagazo	Cachaza
Materia seca %	24.5	25.9	75.0	90.0	25.0
Proteína cruda %	2.0	2.7	4.4	1.0	12.0
Grasa %	0.4	0.8	0.3	0.09	--
Fibra bruta %	25.7	28.5	--	50.1	17.0
Otros carbohidratos	68.4	62.7	87.6	46.1	43.0
Ceniza %	3.5	5.3	8.0	2.5	19.0

Nota. La tabla muestra la composición nutricional de la caña de azúcar y sus subproductos (Mena et al., 1981).

Caña de azúcar como fuente de alimentación animal

La caña de azúcar puede utilizarse de diversas formas para la alimentación animal: como forraje en pie, picarse y agregarle aditivos, ensilarse, usar la melaza y usar el bagazo como forraje voluminoso (Tabla 5). En el caso del ensilaje es una opción, pero resulta difícil por su gran cantidad de azúcares simples que posee la planta, esto puede provocar fermentaciones no deseables de tipo alcohólicas. También puede ocurrir cuando se almacena la caña picada, sobre todo a la intemperie; por lo cual es recomendable picar y suministrar lo más rápido posible (Dilger et al., 2020b).

Tabla 6*Indicadores nutritivos de productos empleados como alimento animal (valores promedios)*

	Jugo de Caña	Caña picada	Bagazo	Meladura
Brix	17	-	-	85-90
Materia seca, %	-	31	45	-
Proteína bruta, %	0,5	3,5	1,7	0,3 – 0,5
Azúcares totales, %	-	13-15	16-20	75-80
P ₂ O, %	0,007	-	-	0,2 -0,6
Cenizas, %	3,43	-	3	2
Digestibilidad, %	-	64	55	-

Nota. La Tabla muestra los indicadores nutritivos de producción (5) que se pueden utilizar como alimento de las diferentes especies animales (Villar, 2010).

La caña de azúcar en regiones tropicales es una opción de alimento de gran potencial para rumiantes especialmente en regiones de sequía (Vargas-Villamil et al., 2005); pero la limitación fisiológica nutritiva fundamentalmente es reducida, debido al bajo contenido de proteína, lenta degradación de la fibra, mayor tiempo de rumia, lenta velocidad de pasaje.

En los cerdos se presentan ciertas ventajas sobre otras especies, ya que poseen una gran flexibilidad en el uso del jugo de caña como fuente de energía en sus dietas. En tal virtud, estos animales son más eficaces al ser comparados con otro tipo de animales durante la transformación de azúcar en carne y la grasa. Además, son menos afectados por los efectos laxativos producidos por el azúcar marrón y la melaza que los pollos de engorde (Ríos, 2011).

Por otro lado, el jugo de la caña de azúcar puede reemplazar al 100% al maíz en dietas de cerdos en las fases de crecimiento y desarrollo, tomando en cuenta que básicamente aporta con carbohidratos (azúcares), pero es muy baja en proteína cruda y por ende aminoácidos. Lo que se requiere un suplemento proteico de alta densidad (28-30%) bien formulado para aportar las proporciones exactas de aminoácidos y fortificado con vitaminas y minerales. La caña de azúcar también puede ser utilizada para alimentar a las madres gestantes y lactantes (Briceño, 2016).

La adición de jugo de caña a la dieta de cerdos tiene efectos sobre la ganancia de peso siendo este 460 g/d, siendo menor comparado con el balanceado comercial (510g/d) en la fase de crecimiento. Sin embargo, en la fase de engorde, este parámetro cambia, pues el peso obtenido es de 729g/d con jugo de caña y 616g/d con balanceado comercial. En cuanto a la MS y ED es mayor los animales alimentados con caña de azúcar, ya que el jugo de caña contiene 3,68 Kcal/gMS lo que equivale al 91,98 % del valor energético del maíz y la conversión alimenticia también fue mayor (Zúñiga et al., 2017).

Composición química de la caña de azúcar para la alimentación animal

El contenido energético de los diferentes insumos depende también de su composición química. Pero en el caso de la caña (cogollo) debe de considerarse adicionalmente el momento en el que el forraje es cosechado. De acuerdo a su aporte energético, el cogollo fresco de caña de azúcar presenta niveles razonables de energía comparado con otras fuentes de fibra tradicionales. Por otro lado, este forraje presenta niveles altos de pared celular (72% FDN y 48% FDA, en base seca) lo que tiende a disminuir su consumo por parte de los animales considerando estas características nutricionales (Fernández & Gómez, 2010b).

Tabla 7

Composición química de la caña de azúcar para alimentación animal

Componentes	Cogollo	Cogollo	Cogollo	Promedio
	A	B	C	
Materia seca %	28.6	25.6	39.9	31.4
Proteína %	7.3	6.3	4.5	6.0
Grasa %	1.7	2.2	3.0	2.3
Fibra cruda %	31.0	3.5	31.9	32.6
Ceniza %	9.6	6.2	12.5	9.5

Nota. La tabla muestra la composición química de la caña de azúcar para alimentación animal, expresados en base seca, excepto materia seca. A: Cogollo de caña de azúcar, fresco; B: Cogollo de caña de azúcar, fresco, maduros; C: Cogollo de caña de azúcar, frescos, post maduros. Tomado de: (Fernández & Gómez, 2010b).

El cogollo de la caña de azúcar no puede ser considerado como única fuente de forraje si se trata de animales de alta producción lechera, por lo que, es necesario complementar con insumos energéticos y proteicos (Fernández & Gómez, 2010a)

La Caña de Azúcar como Forraje y Pastura

El uso de caña de azúcar como forraje o pastura es una alternativa que se utiliza en muchas producciones pecuarias de zona tropical donde principal limitante es la disponibilidad de pastos en

épocas secas. Debido a su alta producción de biomasa por hectárea, al ser un eficiente captador de energía solar, misma que es almacenada en forma de fibra y azúcares, la caña de azúcar es una de las alternativas más aceptadas en la ganadería bovina del trópico (Fernández et al., 2014). Sin embargo, estudios recientes indican el uso de caña de azúcar forrajera como complemento o sustituto forrajero en la dieta de especies menores como el cuy (*Cavia porcellus*), sin que esta altere los parámetros productivos, reproductivos y la salud de la especie (Zúñiga et al., 2017)

La caña de azúcar posee una reconocida capacidad de mantener inalterable su potencial energético durante períodos secos prolongados (verano), y alta comprobada digestibilidad y aceptación por los rumiantes y otras especies. Pese a sus enormes ventajas la caña posee también algunas limitantes como es su bajo contenido de proteína bruta, la cual varía entre 2 y 3% en la materia seca, lo que obliga a complementar la dieta con suministros proteínicos correctores de la deficiencia como puede ser la adición de Urea (46% Nitrógeno) preferencialmente asociada con una fuente a base de azufre (Chaves, 2008).

El valor nutritivo de la caña representa un 85 % de materia seca, en cuanto a la digestibilidad alcanza un valor de 27,5 %, se puede obtener rangos de 2,7 % hasta 3,5 % en lo que tiene que ver con la proteína cruda y se puede alcanzar valores de energía metabolizable de 3,8 MJ/Kg hasta 8,8 Mj/Kg (Collaguazo, 2009).

Valoración nutricional

Existen modos muy diferentes de obtener información sobre el valor nutritivo de los alimentos, entendiendo como valor nutritivo aquellos que se han obtenido en experimentos in vivo que en principio presumen el perfeccionamiento a la respuesta productiva. Por lo cual, se hace necesario recurrir a estimas de valores In vivo, los métodos de estima son muy diversos y ellos presentan algunas ventajas e inconvenientes (Vera et al., 2021).

Digestibilidad.

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, por lo cual, se considera como la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Chauca, 1997).

Cuando se mide la digestibilidad de un alimento, y al comparar la cantidad ingerida y la cantidad de heces, se está identificando la digestibilidad del alimento, puesto que junto con las heces aparecen otras sustancias que no provienen del alimento (Pond et al., 2004).

En tal sentido, la evaluación de este proceso identifica la cantidad presente en un nutriente, mismo que desaparece en el tracto digestivo. Es decir, la cantidad de material consumido en los animales no se degrada. Por ello, es un proceso fundamental para el uso de los nutrientes, dado que, los retos que no han sido consumidos y las heces que se vinculan con la digestión provocan una pérdida relevante mayor de 95 lo que corresponde a una cercanía del 40% (Pond et al., 2004).

En este contexto, las pruebas se realizan para:

- Valorar el uso de un nutriente por el animal.
- Instaurar cuantitativamente la contribución de sustancia nutritivas digeribles a los animales.
- Utilización de la digestibilidad en estudios experimentales.

Existen varios métodos para determinar la digestibilidad, en general consisten en proporcionar a un animal cantidades predeterminadas de un alimento de composición conocida, luego se procede a medir y analizar las heces, además la aplicación del método que se utiliza para la determinación de la

digestibilidad está en función de la especie, sexo, habilidad digestiva y tipo de ración a utilizarse en la experimentación.

Considerando que el cuy es una de las principales especies menores productoras de carne en la zona interandina, determinar el porcentaje de digestibilidad de los productos alimenticios en base a las raciones o los tipos de forrajes, permiten realizar un análisis más detallado de la nutrición de la especie en estudio. En base a los anterior; Crompton y Harris (1974) citados por Pond et al., (2004) definen que las técnicas más usadas para evaluar la digestibilidad en estos animales vienen dadas por diferencia, indicadores y el método convencional.

El método convencional se usa cuando el alimento en estudio constituye el 100% de la dieta, es decir, que es consumido sin problema alguno por el animal; por el contrario, si el alimento no constituye una dieta completa, la determinación de la digestibilidad se realiza en forma indirecta. Pond et al., (2004) señalan que el ensayo de digestibilidad consta de dos fases; la fase pre - experimental y la fase experimental.

Seguido, en la fase preexperimental donde el cuy es integrado a un tiempo de adaptación para su evaluación, modificación de la microflora gastrointestinal y arreglo del nivel estable, dura aproximadamente de 2 a 4 días. Pero este proceso depende a la especie animal y la naturaleza de la dieta a estudiar (Rojas, 2015). Además, la fase experimental, se desarrolla el registro del consumo de alimentos en los animales y su emanación de heces, verificando que estos no impurifiquen la orina, pelos, alimentos, etc.

Finalmente, el alimento muestreado y las heces son secadas molidas para su respectivo análisis. Esta fase tiene un promedio de duración de 7 días (Sarango & Ordóñez, 2012).

In Vivo

En estos ensayos la dieta es suministrado a un grupo de animales entre (4 a 6) por un período de tiempo de (+/- 15 días). En donde, el alimento es pesado y suministrado en forma individual y las heces son recolectadas diaria y perfectamente pesadas. Por lo que, se determina la materia seca tanto del alimento como de las heces.

Con estos parámetros se puede determinar la digestibilidad de la materia seca MS, obteniendo la siguiente fórmula:

$$\text{Digestibilidad} = (\text{Consumido} - \text{Excretado}) / \text{Consumido} * 100$$

Si posteriormente se somete tanto el alimento como las heces a otros análisis de (MO, PB, FB, etc.) se obtiene la digestibilidad de cada una de estas fracciones, por lo tanto, se puede identificar como proteína o fibra digestible.

En este tipo de ensayos, la digestibilidad es considerada la más precisa. Cabe recalcar que este tipo de digestibilidad se la denomina aparente debido a que en las heces no solo aparecen los nutrientes no digeridos de la dieta, sino que también encontramos nutrientes como son proteínas que son producto de la descamación y secreciones del intestino (Andrade, 2020).

Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente es aquella que se mide cuando no se tiene en cuenta las sustancias de origen endógeno que aparecen en las heces (Aguirre, 2008). La evaluación de la digestibilidad supone la determinación de la cantidad de un determinado nutriente que desaparece en el tracto digestivo (Pond et al., 2004).

Por otro lado, la digestibilidad aparente es evaluada a partir de la digesta ideal y/o heces. A través de este proceso, se genera inconvenientes para identificar la cantidad de proteína que se

genera mediante la dieta o secreción de nitrógeno endógeno. Por lo que, solamente se identifica la cantidad del alimento que fue asimilado por el animal. Asimismo, las principales pérdidas de NE provienen de mucoproteínas, enzimas pancreáticas e intestinales, saliva, secreciones biliares y gástricas, y células descamadas de la mucosa intestinal, así como de la proteína de origen bacteriano.

En este contexto, la cantidad de DA son forzadas por la cantidad de proteína cruda (PC) en el tipo de alimentación de los animales. Sin embargo, con una baja dieta en proteína cruda, los aminoácidos que provienen de la fuente endógena generan una elevada cantidad de AA, alcanzando el íleon terminal en las especies. A medida que el nivel de PC en la dieta se incrementa, la proporción de AA de fuentes endógenas disminuye y la DA de la PC de la dieta aumenta.

Tras lo mencionado, la DA es menospreciada si se la identifica en las dietas con valores bajos en proteína cruda. La DA puede ser calculada como se muestra en la ecuación (Parra & Gómez, 2009)

$$DA = ((AAC - AAX) / AAC) * 100$$

Donde:

- DA = Digestibilidad aparente
- AAC = Aminoácido consumido
- AAX = Aminoácido excretado

Coefficiente de Digestibilidad

Tanto la digestibilidad aparente como la real se miden mediante los llamados coeficientes de digestibilidad.

$$CDA \frac{\textit{Alimento ingerido} - \textit{Materia fecal}}{\textit{Alimento ingerido}} * 100$$

Puede considerarse un coeficiente de digestibilidad del alimento para el conjunto de la materia seca de la ración, o bien hablar de digestibilidad de cada una de las fracciones nutritivas que componen la misma. Así se podrán utilizar términos como digestibilidad de la materia orgánica, digestibilidad de los glúcidos, de las proteínas o de los lípidos.

La materia fecal metabólica o endógena es resultante del metabolismo interno del animal y se genera a partir de todo el tracto digestivo. Sus principales componentes con las descamaciones celulares de su epitelio interno, los jugos digestivos, otras secreciones, restos biliares y microorganismos presentes en el intestino grueso (Aguirre, 2008).

Determinación de la Digestibilidad

La digestibilidad aparente es la ración no digerida y, para su determinación recomienda realizar ensayos con varios animales de la misma especie, edad y sexo que son fáciles de manejar y presentar ligeras diferencias en su habilidad digestiva. Además, se usan con frecuencia animales machos porque con ellos es más accesibles obtener la orina y las heces por separado (McDonald's, 1999).

Por ello, se recomienda mantener un consumo diario de los alimentos durante varios días para reducir al mínimo la variación diaria de la producción de heces (Pond et al., 2005). Además, asegura que los factores para desestabilizar la cuantía de digestión son:

- Nivel de consumo de los alimentos
- Trastornos digestivos
- Deficiencia de nutrientes
- Frecuencia de Ración
- Efectos asociados de los alimentos

Una prueba de digestión implica cuantifica los nutrientes consumidos y las cantidades que se eliminan en las heces. Por lo que, es necesario que las heces almacenadas sean una manera cuantitativa de identificar los residuos no consumidos de los alimentos. Además, existen grandes diferencias en la capacidad para digerirlos alimentos voluminosos en las diferentes especies animales (Apráez et al., 2001)

Además, es conveniente que, en cada ensayo la alimentación de los animales sea otorgados en una hora y cantidad exacta, sin que esto pueda afectar a los resultados de la digestibilidad que son llevados a cabo con monogástricos.

Si la ingestión es irregular existe el peligro que la última comida sea desacostumbradamente copiosa y que las heces excretadas después de terminado el periodo de recogida, tengan productos procedentes de ellos (Apráez et al., 2001).

Pruebas de digestibilidad de la caña de azúcar en animales

La digestibilidad in vivo en vacas lecheras del ensilaje de caña de azúcar se ubica sobre el 70 %, después de 72 horas de fermentación produciendo menos CH₄ ruminal lo que ratifica que el efecto modulador de los alimentos ricos en glucosa (Estrada et al., 2015).

Perfil bio- fisiológico de la caña de azúcar

El perfil bio-fisiológico de la caña de azúcar, queda claramente definido por los siguientes tres valores fundamentales de los análisis:

FDN: 46.80%, muestra un elevado contenido de fibra, con lo cual mantiene su condición de “forraje”.

CNE: 44.87%, muestra un elevado contenido de “energía”, totalmente soluble, que corresponde evidentemente al elevado contenido de Hidratos de Carbono (la desecación provoca una pérdida no significativa de su contenido, pues la gran parte son azúcares invertidos) esto atrasa el contenido de las muestras de la caña para el consumo directo por parte de los animales.

Y, por último, el tercer elemento tiene que ver con el nivel de Energía Metabólica (EM) que consigue:

EM: 2.17 Mcal·kg⁻¹ de materia seca. Este valor la posiciona como una fuente de energía altamente económica (Llánez, 2012)

La caña de azúcar se la puede suministrar como ensilaje, hidrolizada, bagazo en forma fermentada conocida como la saccharina (Villalobos & Durán, 2011)

Caña de azúcar en la alimentación de cuyes

Desde el punto de vista de Zúñiga et al., (2017) en su estudio titulado “Efecto de la caña de azúcar en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento engorde, gestación y lactancia” afirma que, la caña de azúcar empleada hasta niveles del 50 % en las dietas para cuyes en etapas de crecimiento, engorde gestación y lactancia, no afectan los rendimientos productivos de la especie, por lo contrario, se convierte en un excelente sustituto de forraje

Por su parte, Ávalos (2011) manifiesta que la utilización del 80 % de alfalfa +20% de caña de azúcar fresca y picada se puede conseguir rendimientos productivos que no difieren significativamente ($P>0,001$) con los cuyes que recibieron solo alfalfa en 100% como alimento principal. Por otro lado, Nero (2017), manifiesta que la inclusión de urea a la saccharina alcanza un rango 6,29 a 11,2 de proteína cruda, lo que implica que a un mayor nivel de urea se podría lograr un mayor nivel de proteína bruta, siempre que no se rebasen los límites de toxicidad.

El cuy

El cuy (*Cavia porcellus*), es una especie nativa de los Andes que sirve de mucha utilidad para la alimentación humana. Este animal se lo diferencia por contener una carne suave y nutritiva, siendo la principal fuente de proteínas a comparación de otros animales, ya que no contiene altos niveles de grasa a comparación del cerdo. Los excedentes pueden venderse y se aprovecha el estiércol (abono orgánico) (Apráez et al., 2001).

Características morfológicas del cuy.

La forma de su cuerpo es alargada y nacen cubiertos de pelos. En el caso de los cuyes machos, son los que se desarrollan de mejor manera, obteniendo una forma alargada y robustez, esto por su forma de caminar. En el caso de las hembras, tienen una contextura más pequeña, sin embargo, estas se desarrollan al tener su primer parto.

Anatomía y fisiología del cuy

Es una especie herbívora monogástrico, su digestión enzimática inicia en su estómago, tiene un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno permitiéndole un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína

Está considerado como un animal como fermentador post gástrico debido a los microorganismos que posee en el ciego. El movimiento de la ingesta es rápido, no demora más de dos horas en llegar al ciego, sin embargo, el paso por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas.

La absorción de otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadena larga (Chauca, 1997)

Parámetros productivos y reproductivos

De acuerdo con Vivas & Carballo, (2013) entre los parámetros productivos y reproductivos en la crianza de cuyes se considera los siguientes:

Parámetros reproductivos.

- Fertilidad: 98 %
- El número de crías promedio: 2-3 animales / parto
- Número de partos por año: 4- 5
- Relación macho- hembra: 1:10
- Número de partos por año: 4- 5
- Mortalidad en lactancia: 10 – 15 %
- Mortalidad engorde: 5-8 %
- Mortalidad en reproductores: 5 %
- Destete: 21- -28 días

Parámetros productivos.

- **Peso inicial:** se determina al inicio de la producción o de una investigación, implica el punto de inicio sobre el cual se miden las variaciones dadas por efecto de la dieta (tratamientos), en este parámetro se pueden definir los siguientes:
 - **Peso al nacimiento:** $86,7 \pm 21,6$ g
 - **Peso al destete** $167,9 \pm 24,6$
- **Consumo de alimento:** es la cantidad medida de alimento que se consume diariamente por cada cuy, parámetros que surge de la diferencia entre el alimento suministrado al inicio del día y el alimento sobrante al final del día, para la fase de reproducción y recría el consumo es el siguiente:

- Reproducción: 50 g de concentrado y 150 g de forraje.
- Recría: 30 g de concentrado y 80 g de forraje.
- Ganancia de peso: es la cantidad de masa corporal incrementada semanalmente en base a un peso inicial o referencial, producto de la dieta suministrada a los cuyes, varios estudios apuntan a que la ganancia de peso también depende de la raza, de forma general se puede mencionar que la ganancia de peso en cuyes de engorde es de 10,5 g/cuy/día (Yamada et al., 2019)
- Factor o índice de conversión alimenticia (FCA): es un valor adimensional que representa la cantidad de alimento consumido en kilogramos, necesaria para producir un kilogramo de carne; es un indicador del desempeño de la especie con respecto al tipo de alimento dado y al manejo. De forma general en cuyes de engorde se ha definido que el FCA es de 5.5 (Yamada et al., 2019).
- Rendimiento a la canal: representa el porcentaje de producto cárnico obtenido después del sacrificio y eviscerado del animal. En cuyes se habla de un rendimiento a la canal del 57 – 70 %

Requerimientos nutricionales del cuy

Para mejorar la producción pecuaria, se requiere el suministro adecuado de nutrientes siendo así la nutrición un factor muy importante, mejorando de esta forma su precocidad, prolificidad, así como la actividad productiva (Chauca, 1997)

Según Chauca (1997), menciona que “Los nutrientes que requiere el cuy es: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Estos elementos deben suministrarse dependiendo la edad, estado fisiológico, el ambiente en donde se desenvuelve y sobre todo el genotipo para su crianza”.

Los cuyes que tienen la finalidad de ser productores de carne requieren una alimentación equilibrada y completa, a pesar de ser un animal con una gran capacidad de consumo, no se obtiene estos resultados únicamente con forraje. La alfalfa es la única leguminosa que al suministrar en cantidades ad libitum, se podría obtener resultados óptimos en hembras productivas (Chauca et al., 1997).

En el caso de los requerimientos alimenticios que reciben los cuyes, deben ser manejado a base de forraje más un suplemento debido a su sistema digestivo; el aporte del forraje dependerá primeramente de la especie del forraje, su estado de maduración, época de corte, entre otras características (Chauca et al., 1997).

Según National Research Council (1978), los requerimientos nutricionales de los cuyes son 3000 Kcal/Kg de energía digestible (ED); 18% de Proteína, 15% de Fibra, 1.33-1.40% de Ácidos grasos esenciales; 0.8% de Calcio y 0.4% de Fósforo. Además, considerando que el cuy es una especie incapaz de sintetizar Vitamina C, los requerimientos (200 mg/kg de peso vivo) de este nutriente en forma de ácido ascórbico son muy elevados en comparación con otras vitaminas.

Por otra parte, National Research Council (1978), señala que los requerimientos nutricionales también son variables en cuanto a las etapas fisiológicas de la especie como se menciona a continuación:

- Etapa de Gestación: de 18% de proteína, 2800 kcal/kg de ED, 8-17% de fibra, 1.4% de Ca, 0.8% de P y 20 mg/día de Vitamina C.
- Etapa de Lactancia: 18-22% de proteína, 3000 kcal/kg de ED, 8-17% de Fibra, 1.4% de Ca, 0.8% de P y 20 mg/día de Vitamina C.
- Etapa de Crecimiento: 13-17% de proteína, 2800 kcal/kg de ED, 10% de fibra, 0.8-1% de Ca, 0.4-0.7% de P y 20 mg/día de Vitamina C.

Necesidades de energía

La energía que requiere el animal proviene de los carbohidratos, lípidos y proteínas, siendo así los más importantes los carbohidratos fibrosos y no fibrosos de origen vegetal (Chauca et al., 1997). El excesivo consumo de la energía no causa problemas, a excepción que en algunos casos puede alterar el desempeño productivo de los animales cuando se presenta una deposición exagerada de las grasas.

La incorporación de altos niveles de energía en la dieta de los cuyes se alcanza una respuesta eficiente, permitiendo una ganancia de peso con raciones del 70,8% que con 62,6% de NDT (Carrasco, 1969a).

Además, permite una ganancia de peso en los cuyes a partir de niveles energéticos altos se obtiene una mayor eficiencia en la utilización del alimento y su mejora en la conversión alimenticia. La incorporación de forrajes en la dieta de los cuyes brinda fuentes de energía, así como también su consumo varío ante distintos valores de ED (Chauca et al., 2008).

Sistemas de alimentación

La nutrición es un factor muy importante que permite alcanzar niveles máximos en la productividad de los animales (Chauca et al., 1997). La adaptación del alimento en los cuyes dependerá de su disponibilidad donde se podrá aplicar en forma individual o alternada, utilizando varios sistemas de alimentación como: alimentación con forraje, alimentación con forraje más concentrado(mixta) y alimentación con concentrado más agua y vitamina C (Chauca et al., 1997).

El mejoramiento de los sistemas de producción no solo dependerá de la disponibilidad de alimento sino de los costos donde juegan un papel importante los principios de nutrición y los económicos.

Los forrajes son alternativas para la alimentación de cuyes por su contenido de celulosa, vitamina c y agua permitiendo al animal tener los requerimientos necesarios en su dieta diaria. Las leguminosas son un tipo de forrajes mucho más eficientes que las gramíneas por lo que el valor nutritivo de los forrajes puede variar (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2002).

En cambio, una alimentación mixta el forraje permite una ingestión adecuada de vitamina C y el balanceado permite completar sus requerimientos (Mejía, 2002). Los cuyes si se pueden ambientar a una alimentación solo con forraje, pero también es importante requerimientos balanceados con niveles de proteína, minerales y grasas que satisfagan las necesidades nutricionales del animal (Castro, 2002)

La alimentación a base únicamente de concentrado debe tener los contenidos nutricionales necesarios para el cuy, es decir los porcentajes de fibra deben ser del 9% y como máximo del 18% y con una porción diaria de vitamina C. este tipo de sistema de alimentación puede ser una alternativa más para los productores frente a la escasez de forraje siempre y cuando se mantenga los parámetros nutricionales que requiere el cuy (Chauca et al., 2008).

Consumo de alimento

El consumo de alimento se la realiza el cuy, regulando a nivel energético la cantidad necesaria para su consumo. Es decir, si la ración es concentrada de carbohidratos, proteínas y grasas el animal se va a encargar de limitar su consumo (Chauca et al., 2008).

Aunque no existen pruebas que la palatabilidad afecte el consumo de alimento puede ser un factor interfiere en su consumo de la ración (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1991).

Consumo de forraje

Para Jácome (2010) citado por Jiménez, (2016) asegura que los forrajes deben suministrarse frescos, ya que, el forraje caliente por el sol o en proceso de fermentación produce timpanismo o empanzamiento. Es así que, en lugares o territorio muy húmedos se recomienda que el forraje se pre seque, esto contribuirá a reducir el agua del rocío que se genera por las noches y madrugadas. Este proceso se lo debe realizar en una superficie donde le dé la sombra sin agruparlo, para evitar su deterioro.

Cuando se cambia de forraje debe hacerse paulatinamente, sobre todo cuando se cambia de una gramínea a una leguminosa. El cambio brusco causa una desadaptación y destrucción de la flora intestinal sobre todo la del ciego. Por ende, la cantidad de esta planta debe suministrarse de manera frecuente y en cantidades pequeñas, por lo que, se puede generar falta de vitamina C y líquido en el animal. Por el contrario, el exceso de esta planta incrementa el coeficiente de conversión alimenticia, y trae consigo mayor consumo de fibra.

Tabla 8

Consumo promedio de forraje por animal al día

Tiempo/Semanas	Consumo/gramos promedio/cabeza
1	167
2	172
3	188
4	201
5	211
6	227
7	236
8	248
9	263
10	271
11	278
12	284
13	290

Nota. La Tabla muestra el consumo promedio de forraje que deben contener un animal para su dieta (Chauca et al., 2008).

Alimentación a base de balanceados

Jiménez (2016) menciona a Álvarez (2003) donde manifiesta que, el alimento balanceado es un compuesto de varios componentes que cubre todos los requerimientos nutricionales del cuy, pues contiene insumos con elevada materia seca, que es conveniente para la vitamina C que viene en el agua o alimentos que se descomponen.

Por su parte, Quispe (2018) afirma que el concentrado son los productos y sus subproductos que provienen de los animales y vegetales, mismos que contienen alta materia seca y nutrientes, a comparación de los forrajes. Por su parte, los concentrados comerciales el autor asegura que son costosos y se limita a ciertos animales, dado que, suplanta al forraje en determinadas temporadas del año, por su escasa producción.

De esta manera, al utilizarse la planta (forraje) y el concentrado en la dieta de los cuyes, su conversión es importante, dado que, es muy eficiente que llega a ser de 6 a 8. En el caso de usar solo el forraje alcanza de 8 a 12, y el peso de los cuyes varía de 0,010 a 0,12 kg. por día y los consumos de alimento va de 0,062 a 0,066 kg en materia seca.

A su vez, Mejía (2002), establece que bajo estas condiciones el consumo de balanceado para el animal por día se incrementa pudiendo estar entre 40 y 60 g. de balanceado por día y por animal, lo cual depende de la calidad de la cantidad de alimento, misma que debe contener 9% de fibra y un máximo del 18 % y de preferencia debe en lo posible politizarse para reducir el desperdicio.

Además, Jácome (2010) citado por Jiménez (2016) señala que los concentrados son mezclas balanceadas, las cuales son necesarias para los cuyes sobre todo en la etapa de crecimiento, reproducción y en los animales para reemplazo. Su uso es como un suplemento alimenticio, dado además del forraje verde. Se puede dar sólo, pero en ese caso hay que agregar vitamina C y agua para beber. Por otra parte, se indicó que el suplemento al forraje verde, con concentrados comerciales si

bien reporta mayores incrementos de peso, sus utilidades económicas son relativamente menores, el consumo promedio de concentrado se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 9

Consumo de concentrado por día y por animal

Tiempo/Semanas	Consumo/gramos/cabeza
1	10,50
2	12,25
3	13,50
4	14,00
5	18,00
6	19,00
7	24,75
8	26,50
9	27,00
10	27,25
11	27,50
12	27,75
13	28,00

Nota. La Tabla muestra el consumo promedio de concentrado por día y por animal para su dieta. Tomado de: (Jácome 2010), citado en (Jiménez, 2016).

Alimentación Mixta (Forraje y balanceado)

Según Mejía (2002), la incorporación del forraje y el balanceado unidos en una proporción de 30 y 70, logra que las heces de los animales no tengan mucha humedad, y se genere una defecación normal (seca).

De esta manera, el forraje permite que la ingesta de fibra y vitamina C, así como algunos nutrientes, contribuyan a la exigencia de proteína, minerales y energía. Lo que permite en los animales una alimentación adecuada y rendimiento apropiado.

De acuerdo con lo estipulado en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la alimentación combinada es fundamental para los animales, porque se pueden

implementar combinaciones óptimas que aportan fibra concentrada y otorgan buenos resultados. Por ello, asegura que, la alimentación se debe dar mediante insumos disponibles en la finca, con un alto valor nutritivo y a costo de mercado.

Análisis de los alimentos

En este punto se presentan los elementos de la composición química de los alimentos, mismos que son los siguientes:

Análisis proximal.

De acuerdo con Guacho (2012), quien cita a Pond et al., (2004) indica que el análisis bromatológico del forraje y de las heces se realiza en el laboratorio, mediante el método de weende donde se identifica aquellos aspectos inmediatos como la proteína cruda (PC), fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), cenizas y extracto libre de nitrógeno (ELN).

Por su parte Dilger et al., (2020a) menciona que, el análisis proximal se desarrolla con un mínimo de tres submuestras:

La primera se somete a calentamiento 100 °C por varias horas con el objeto de determinar su humedad (su complemento es la materia seca, se calcula por diferencias). Posteriormente se incineran a 500-600 °C para obtener el contenido mineral (también denominado ceniza).

La segunda viene realizada por el análisis de la proteína cruda, donde se determina el nitrógeno total que se libera en los animales, siendo un procedimiento de digestión multiplicado por el factor de 6,25 (valor que se obtiene al asumir que, en promedio, 100 g de proteína contienen 16 g de nitrógeno)

Por consiguiente, la tercer es analizada mediante un solvente orgánico que obliga a sustraer el llamado extracto etéreo (EE), o conocida con el nombre de grasa cruda, que se forma por los aceites, grasas y otros materiales liposolubles como los pigmentos.

Al restar de 100 lo previamente determinado o se humedad, materia mineral, proteína cruda extracto etéreo y fibra cruda se obtiene una diferencia a la que se le denomina extracto libre de nitrógeno (ELN), y que abarca principalmente a los carbohidratos solubles (almidones, pectones, etc.) (Guacho, 2012).

Marco Conceptual

- Semoviente: “es un elemento que puede moverse por sí mismo, esto se lo puede encontrar en aquellos animales domésticos que viven en un entorno agrícola para producir alimentos, fibra y productos de trabajo”(Real Academia de la Lengua Española., 2014)
- Alimento: “Un alimento es cualquier sustancia que toma o recibe un ser vivo para su nutrición” (Real Academia de la Lengua Española., 2014).
- Forraje: “es una especie de hierba que es destinada para alimentar a los animales de uso doméstico, y se produce en las áreas en donde se crían a estos animales” (Real Academia de la Lengua Española., 2014).
- Digestibilidad: “es un método que se utiliza para determinar qué cantidad de los componentes de los piensos y nutrientes suministrados al animal se digieren y absorben. La digestibilidad total y/o de la materia seca determina el grado de digestibilidad de la ración completa y/o del componente” (Manríquez, 1994)
- Parámetros zootécnicos: “dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación” (Real Academia de la Lengua Española., 2014).
- Conversión: “Transformación o cambio de una cosa en otra distinta” (Real Academia de la Lengua Española., 2014)

- Ganancia de peso: “los hidratos de carbono se almacenan en el cuerpo sólo como glucógeno, cuya cantidad es de 300 a 500 gramos. Si se toma constantemente más hidratos de carbono de los que necesitamos, éstos se convierten en grasa y se almacenan y se gana peso (Di Marco, 2007).
- Costo de producción: “consiste en la suma de las materias primas y los suministros directos, la mano de obra directa y los gastos generales utilizados para la producción de un producto o servicio. Los costes de producción constituyen el objeto principal de la contabilidad de costes (Zugarramurdi et al., 1998)

Investigaciones realizadas en especies monogástricas con inclusión de caña de azúcar

Tema: Balance de N y energía en cerdos alimentados con dietas de mieles de caña de azúcar y cachaza biotransformada (GARANVER).

En este estudio, se utiliza un doble cuadrado latino 3x3 para determinar el balance de N y energía en seis cerdos de 30 kg de peso vivo promedio inicial alimentados con dietas de miel B de caña de azúcar y harina de soya parcialmente reemplazados por niveles variables de cachaza tratada (GARANVER). El GARANVER empleado estaba compuesto por cenizas, 19.2, fibra cruda, 27.6 y proteína bruta (NX6.25), 13.4% en base seca respectivamente y tenía una energía bruta de 17.15 kjoule/g MS. La inclusión del GARANVER en el alimento hizo que descendiera significativamente ($P < 0,001$) la concentración fecal de MS, materia orgánica y ceniza. La dieta control determinó una digestibilidad significativamente ($P < 0,01$) más alta de la energía que las otras dos que contenían la cachaza tratada; sin embargo, no hubo efecto significativo ($P > 0,05$) del nivel de inclusión en este índice. Al determinar el balance de N en los cerdos, se encontró un efecto significativo más débil ($P < 0,05$) en la digestibilidad rectal del N, a favor de la dieta control de miel B y harina de soya.

Se determinó que es posible incluir niveles de hasta 22.5% de cachaza tratada (GARANVER) en la dieta sin que se perjudique el aprovechamiento dietético del N. Sin embargo, la inclusión del

GARANVER en el alimento determina un descenso evidente en la digestibilidad de la materia orgánica y la energía, que no cambia si la inclusión de la cachaza tratada en la dieta va de 11.5 a 22.5% (Ly et al., 2012).

Tema: Digestibilidad in vivo de Saccharina rústica con diferentes niveles de urea para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

El objetivo del estudio fue determinar la digestibilidad in vivo de saccharina rústica en cuyes, por efecto de diferentes niveles de urea y evaluar su composición química. Se elaboraron tres tratamientos con saccharina rústica al 0.5, 1, y 1.5 % de urea por tratamiento. Se utilizó un diseño cuadrado latino con tres tratamientos, tres repeticiones en tres tiempos diferentes. Se seleccionaron cuyes machos con un peso promedio de 800 a 900 gramos, mediante sorteo se destinó tres animales para cada tratamiento. El suministro del alimento fue en la mañana y la tarde. Las variables de estudio fueron: composición química de los tratamientos (proteína cruda (PC), materia seca (MS), fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas), así mismo la digestibilidad in vivo de materia seca (DMS) y de proteína cruda (DPC).

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS (SAS University Edition), en el que los efectos principales fueron las dietas, el tiempo y su interacción y el efecto aleatorio es el animal designado a la ración. Los cambios más notables de la composición química se observaron en el nivel de proteína cruda. La inclusión de un 1% de urea en la caña de azúcar picada, ocasiono un incremento (PO,309), obteniéndose de media una digestibilidad del 67,4% para la MS y 67,2% para la PC. A pesar de que las diferencias de las medias de digestibilidad fueron importantes entre los tratamientos, un error estándar alto impidió detectar diferencias estadísticas. La composición química de la saccharina analizada con diferentes niveles de urea alcanzó un rango 6,29 a 11,2 % de proteína cruda, a mayor nivel de urea un mayor nivel de proteína bruta; sin embargo, el incremento de

nitrógeno no proteico no garantiza un mayor aprovechamiento del mismo en el organismo del cuy (Maza & Nero, 2017).

Tema: “Evaluación de dietas con tres niveles de bagazo de caña de azúcar para engorde de cuyes en Llactayo Grande, cantón Latacunga.”

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar dietas con tres niveles de bagazo de caña de azúcar al 5%, 10% y 15% como sustituto del forraje de alfalfa en engorde para cuyes, determinando su influencia en las variables productivas como: incremento de peso, consumo de alimento (forraje de alfalfa + bagazo de caña), conversión alimenticia, índice de mortalidad, relación costo - beneficio. Se manejó un Diseño de Bloques Completo al Azar, donde se probaron tres tratamientos, que resultaron de la combinación de las dos materias primas, Tratamiento 1 (5% de bagazo de caña de azúcar + 95% de forraje de alfalfa); Tratamiento 2 (10% de bagazo de caña de azúcar + 90% de forraje de alfalfa); Tratamiento 3 (15% de bagazo de caña de azúcar + 85% de forraje de alfalfa) y el Tratamiento 4 (100% de forraje de alfalfa como tratamiento testigo). Se probaron cuatro repeticiones y la unidad experimental estuvo conformada por cuatro cuyes, en total se utilizaron sesenta y cuatro cuyes machos sin castrar destetados de entre 15 y 21 días que después de un periodo de adaptación de 2 semanas se inició con el ensayo que duró 10 semanas. De los resultados obtenidos se establece al final de la investigación que el Tratamiento 3 (15% de bagazo de caña de azúcar + 85% de forraje de alfalfa) mejora el incremento de peso en el proceso global de engorde, y presenta un índice de conversión alimenticia de 4,79 Kg. :1 Kg; a continuación del Tratamiento 4 (testigo) con un índice de conversión alimenticia de 4,60 Kg :1 Kg; siendo los tratamientos más eficientes en la conversión alimenticia, el Tratamiento 3 presenta el consumo total de alimento más alto (bagazo de caña de azúcar al 15% + forraje de alfalfa al 85 %) más en el consumo total de alimento por materia prima muestra una cantidad baja de consumo de forraje de alfalfa en relación con el Tratamiento 4, lo que representa una disminución del costo final de producción en el transcurso de la etapa de engorde de los cuyes (Yáñez, 2013).

Tema: Caracterización físico-química de las harinas de morera (*Morus alba*), pulpa de cítrico (*Citrus sinensis*) y harina de caña (*Saccharum officinarum*) para la alimentación de los conejos

Se utilizaron harinas de morera (*Morus alba* vc Tigreada), pulpa de cítrico deshidratada (*Citrus sinensis* vc Valencia) y harina de caña (*Saccharum officinarum* vc Jaronú-62) para determinar sus características físico-químicas. Las muestras se analizaron por triplicado. Como indicadores químicos se determinaron la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), energía bruta (EB), ceniza, fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina, celulosa y hemicelulosa. La capacidad de adsorción de agua (CAA), el volumen de empacado, la solubilidad y la capacidad amortiguadora ácida (CAAc) y básica (CAB) fueron los indicadores físicos. Todos mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) para su composición química y física, con los valores más altos ($P < 0.001$) para la PB en la morera (19.01 %) y un alto contenido en FND (40.05 %) menor solubilidad y mayor CAAc. La harina de caña fue el alimento con mayor contenido en FND (59.60 %) y energía (16.16 MJ/kg de MS), menor solubilidad, mayor CAA y volumen de empacado. La harina de cítrico tuvo menor contenido en MO, debido al uso de la zeolita durante el proceso de secado. Esto influyó ($P < 0.001$) en su alto contenido en ceniza (39.04 %). Fue además el alimento con mayor solubilidad de fibra, menor volumen y menor CAA. Los resultados indican una alta potencialidad digestiva para la harina de pulpa de cítrico deshidratada y su fracción fibrosa, constituida por compuestos estructurales de tipo soluble. Le siguió morera, con gran aporte de elementos nitrogenados. La harina de caña fue el alimento con menor calidad nutricional, debido a su alto contenido en fibra, su mayor volumen y alta insolubilidad. Se recomiendan estudios de comportamiento biológico y de digestibilidad para corroborar estos resultados (Dihigo et al., 2008).

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del lugar de investigación

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Guamaní, Sector La Victoria. Las características climáticas y edafológicas del lugar donde se desarrollará la investigación se detallan a continuación.

Tabla 10

Características climáticas del lugar de estudio

Características	
Humedad relativa	84%
Evaporización	2650 mm ³ /año
Vientos	2.5 m/s
Temperatura	Temperatura media anual entre 14 °C
Heliofanía	1834.5 luz/año
Pluviosidad	2346 mm

Nota. La Tabla muestra las condiciones climáticas del lugar donde se desarrolló la investigación.

Tomado de: Estación Meteorológica INAMI (2021).

- Bandejas para suministro de caña de azúcar
- Balanza analítica
- Bomba de mochila para desinfección
- Equipo de disección
- Carretilla
- Herramientas varias Stock
- Material de escritorio
- Computador portátil
- Cámara fotográfica
- Registros
- Jaulas metabólicas

Fase de laboratorio

- Laboratorio de Bromatología
- Muestras de heces.

Metodología de investigación

El presente trabajo de investigación se divide en dos fases:

Fase de campo

A fin de estudiar el efecto de cinco diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar en la alimentación de cuyes, se emplearon 200 cuyes destetados de 15 días de edad y un peso promedio de 300 gramos, cada unidad experimental estaba conformada por 10 cuyes para la fase de crecimiento – engorde, en donde se valuará por un periodo de nueve semanas hasta alcanzar un peso comercial de 900 gramos, en donde las raciones diarias estaban formadas por los siguientes tratamientos:

T0: Alfalfa + alimento concentrado

T1: Alfalfa + 10 % de caña de azúcar+ concentrado.

T2: Alfalfa + 15% de caña de azúcar+ concentrado.

T3: Alfalfa + 20 % de caña de azúcar+ concentrado.

T4: Alfalfa + 25 % de caña de azúcar+ concentrado.

Se empleó tablas de consumo de alimento por semana considerando las cuatro primeras semanas de crecimiento y de ahí en adelante fase de engorde como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11

Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T0

Etapa	Semana	Concentrado g/ día	Forraje		
			Total, forraje g/día	Alfalfa g/día	Caña g/día
Crecimiento	1	10,5	167	167	0
	2	12,25	172	172	0
	3	13,5	188	188	0
	4	14	201	201	0
Engorde	5	18	211	211	0
	6	19	227	227	0
	7	24,75	236	236	0
	8	26,5	248	248	0
	9	27	263	263	0

Nota. La Tabla muestra el consumo de alimentos que se ha distribuido a los animales en el tratamiento.

Tabla 12

Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T1 (10 % de caña de azúcar)

Etapa	Semana	Concentrado g/ día	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	1	10,5	167	150,3	16,7
	2	12,25	172	154,8	17,2
	3	13,5	188	169,2	18,8
	4	14	201	180,9	20,1
Engorde	5	18	211	189,9	21,1
	6	19	227	204,3	22,7
	7	24,75	236	212,4	23,6
	8	26,5	248	223,2	24,8
	9	27	263	236,7	26,3

Nota. La Tabla muestra el consumo de alimentos que se ha distribuido a los animales en el primer tratamiento.

Tabla 13

Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T2 (15 % de caña de azúcar)

Etapa	Semana	Concentrado g/ día	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	1	10,5	167	142,0	25,1
	2	12,3	172	146,2	25,8
	3	13,5	188	159,8	28,2
	4	14,0	201	170,9	30,2
Engorde	5	18,0	211	179,4	31,7
	6	19,0	227	193,0	34,1
	7	24,8	236	200,6	35,4
	8	26,5	248	210,8	37,2
	9	27,0	263	123,6	39,5

Nota. La Tabla muestra el consumo de alimentos que se ha distribuido a los animales en el segundo tratamiento.

Tabla 14

Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T3 (20 % de caña de azúcar)

Etapa	Semana	Concentrado g/ día	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	1	10,5	167	133,6	33,4
	2	12,3	172	137,6	34,4
	3	13,5	188	150,4	37,6
	4	14,0	201	160,8	40,2
Engorde	5	18,0	211	168,8	42,2
	6	19,0	227	181,6	45,4
	7	24,8	236	188,8	47,2
	8	26,5	248	198,4	49,6
	9	27,0	263	210,4	52,6

Nota. La Tabla muestra el consumo de alimentos que se ha distribuido a los animales en el tercer tratamiento.

Tabla 15

Consumo de alimento por animal en la fase de crecimiento-engorde T4 (25 % de caña de azúcar)

Etapa	Semana	Concentrado g/ día	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	1	10,5	167	125,3	41,8
	2	12,3	172	129,0	43,0
	3	13,5	188	141,0	47,0
	4	14,0	201	150,8	50,3
Engorde	5	18,0	211	158,3	52,8
	6	19,0	227	170,3	56,8
	7	24,8	236	177,0	59,0
	8	26,5	248	186,0	62,0
	9	27,0	263	197,3	65,8

Nota. La Tabla muestra el consumo de alimentos que se ha distribuido a los animales en el cuarto tratamiento.

VARIABLES A MEDIR.

- **Peso inicial:** Se determinó el peso de cada cuy el día de llegada al galpón.
- **Consumo de alimento:** Se determinó la cantidad de alimento consumido por cada tratamiento. El consumo de alimento del cuy se evaluó diariamente por las mañanas, utilizando la balanza para pesar el alimento que se suministra diariamente.
- **Ganancia de peso semanal:** Se determinó la ganancia de peso del cuy. El peso del cuy se evaluó semanalmente, cada animal presentará un código y de esta manera serán evaluados uno a uno.
- **Conversión alimenticia:** Se calculó el alimento consumido por el peso ganado de los cuyes en un determinado espacio de tiempo. Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Peso total}} * 100$$

- **Rendimiento a la canal:** se determinó la cantidad de carne producida en función del peso vivo de un animal por cada unidad experimental. Se relaciono el peso de la canal con el peso vivo del cuy al final del ciclo de producción.

Fases de laboratorio.

Para la determinación de digestibilidad se utilizó 5 cuyes (uno por tratamiento), en jaulas metabólicas donde se recolectaron las heces y el alimento no consumido, cada 24 horas, pesado y secado a una temperatura de 65°C. La etapa de adaptación duró siete días, durante los cuales se alimentó a cada animal con una cantidad de forraje determinada en la etapa pre experimental y que en promedio se ajustará a 300 gramos de forraje verde al día, distribuida en dos raciones y ofrecida con intervalos de 12 horas.

Diariamente se realizaron la recolección de heces y pasto no consumido, los cuales serán pesadas individualmente mediante una balanza digital, cuyos datos se llevaron a un registro diario por cada réplica de cada tratamiento; esta actividad se realizó una vez al día y las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio para su posterior análisis.

Para evitar la presencia de enfermedades y proliferación de hongos previamente se mantuvo condiciones de higiene y control de humedad, limpiando y desinfectando las fosas, haciendo énfasis en el uso de recipientes de recolección de heces y orina.

Variables a ser evaluadas.

Análisis proximal.

Alcázar (1997), dice que es un índice del valor nutritivo de un alimento cuyas fracciones aisladas, están correlacionadas con algunas de las propiedades del alimento que tiene importancia nutricional. El método propuesto y trabajado por Henneberg y Stohmann en Weende Alemania

(1865), mencionado por Alcázar (1997), tiene las siguientes combinaciones orgánicas e inorgánicas que se describirán a continuación:

- Agua (humedad) o Materia seca (MS)

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{peso del alimento} - \text{peso del alimento despues de secado}}{\text{peso del alimento}} * 100$$

- Extracto Etéreo (EE)

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{peso del alimento} - \text{peso del alimento despues de secado}}{\text{peso del alimento}} * 100$$

$$\% \text{ E. E. base seca} = \frac{\% \text{ E. E.}}{\% \text{ Materia seaca}} * 100$$

- Proteína Cruda (PC)

$$\% \text{ de proteina} = \frac{V \text{ sol } H_2SO_4 * N \text{ sol } H_2SO_4 * Fconv.* 1,4}{\text{Masa de la muestra}} * 100$$

- Ceniza (fracción inorgánica)

$$\% \text{ de Ceniza} = \frac{\text{Peso de la ceniza}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

- Fibra Cruda (FC)

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{Peso seco de muestra y crisol} - \text{peso de crisol y ceniza}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

Coeficiente de digestibilidad: es un indicador para el cálculo de la fracción del nutriente que es aprovechada por el organismo animal tras su proceso de digestión.

Se calculó mediante la fórmula:

$$CD\% = \frac{MO - ME}{MO} * 100$$

Donde:

- CD: Coeficiente de digestibilidad
- MO: material ofrecido
- ME: material excretado

Coeficiente que se calculó para las siguientes fracciones:

Y1 Digestibilidad de la materia seca

Y2 Digestibilidad de la proteína

Y3 Digestibilidad de la fibra

Y4 Digestibilidad del Extracto etéreo

Y5 Digestibilidad de la materia orgánica

Y6 Digestibilidad del Extracto libre de nitrógeno ELN.

Coeficiente de degradabilidad

Principios digestibles: se definen como las fracciones realmente asimilables por el organismo.

Estas fracciones se calcularon según la fórmula:

$$PD = CD * AQP / 100$$

Donde:

- PD: Principio digestible
- CD: Coeficiente de digestibilidad
- AQP: Análisis químico proximal

Nutrientes digestibles totales: estos permiten valorar energéticamente los forrajes partiendo de su digestibilidad. Se calculo mediante la sumatoria de los principios digestibles de la proteína, fibra, ELN y extracto etéreo el que se multiplico además por 2,25.

NDT= PD proteína + PD fibra cruda + PD extracto libre de nitrógeno + (PD extracto etéreo *2.25)

Análisis estadístico

Para la evaluación del efecto de la utilización de diferentes niveles de caña de azúcar, (0, 10, 20,30 y 40 %) comparado con un tratamiento testigo que estará conformado por alfalfa más concentrado dando como consecuencia cinco tratamientos con cuatro repeticiones unidades experimentales, las mismas que se distribuirán bajo un diseño completamente al azar (DCA) y que se ajusta a un modelo lineal aditivo

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad \text{con } i=1\dots, a; \quad j=1\dots, r$$

Donde:

- μ corresponde a la media general,
- τ_i el efecto del i-ésimo tratamiento (Fijo o Aleatorio)
- ε_{ij} es el error aleatorio asociado con la unidad experimental en la repetición j que recibe el tratamiento i, comúnmente los términos de error se asumen normalmente distribuidos con esperanza cero y varianza común σ^2 .

Tabla 16

Esquema del análisis de varianza para análisis combinado por ciclo y tratamiento

Fuentes de variación		Grados de libertad
Total	rt-1	19
Tratamientos	t- 1	4
Error	T (r-1)	15

Nota. La Tabla muestra el análisis de varianza para la combinación de ciclo y tratamiento.

Coefficiente de variación

$$CV (\%) = (E^{1/2} / x) * 100$$

Análisis funcional

Prueba de Duncan al 5 % por tratamiento

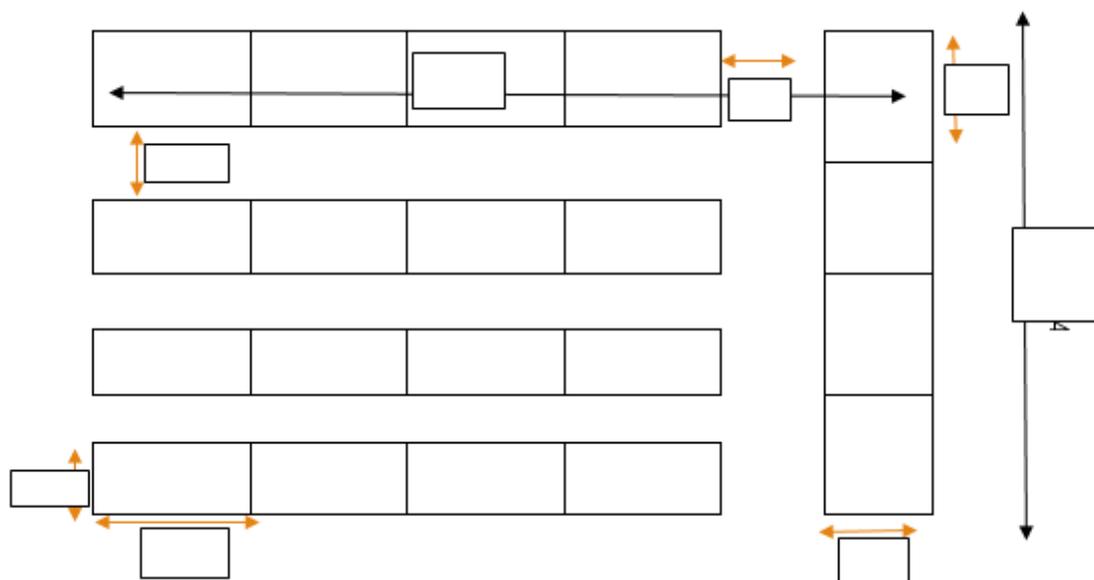
Se establece una regresión y correlación entre los niveles de sustitución de la alfalfa con caña de azúcar con cada variable en estudio.

Regresiones y correlaciones

Se realizaron relaciones y correlaciones de los niveles de inclusión de caña de azúcar con las diferentes variables en estudio.

Figura 3

Esquema de la disposición de las unidades experimentales



Nota. La Figura muestra el esquema de la disposición de las unidades experimentales utilizadas en la investigación.

Tabla 17

Esquema de tratamiento

Tratamientos					
Forraje	Caña A. %	Código	Repeticiones	TUE	Animal/tratamiento
100	0	A100CA0	4	1	10
90	10	A90CA10	4	1	10
85	15	A85CA15	4	1	10
80	20	A80CA20	4	1	10
75	25	A75CA25	4	1	10

Nota. La Tabla muestra el esquema de tratamiento generado a raíz de la investigación.

Tabla 18*Composición de las raciones alimenticias en el T0*

Etapa	Tratamiento	Semana	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	A100CA0	1	167	167	0
	A100CA0	2	172	172	0
	A100CA0	3	188	188	0
	A100CA0	4	201	201	0
Engorde	A100CA0	5	211	211	0
	A100CA0	6	227	227	0
	A100CA0	7	236	236	0
	A100CA0	8	248	248	0
	A100CA0	9	263	263	0

Nota. La Tabla muestra la composición de raciones de forraje en el tratamiento 0 en los cuyes.

Tabla 19*Composición de las raciones alimenticias en el T1(10 % de caña de azúcar)*

Etapa	Tratamientos	Semana	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	A90CA10	1	167	150,3	16,7
	A90CA10	2	172	154,8	17,2
	A90CA10	3	188	169,2	18,8
	A90CA10	4	201	180,9	20,1
Engorde	A90CA10	5	211	189,9	21,1
	A90CA10	6	227	204,3	22,7
	A90CA10	7	236	212,4	23,6
	A90CA10	8	248	223,2	24,8
	A90CA10	9	263	236,7	26,3

Nota. La Tabla muestra la composición de raciones de forraje en el tratamiento 1 en los cuyes con el 10% de caña de azúcar.

Tabla 20

Composición de las raciones alimenticias en el T2 (15 % de caña de azúcar)

Etapa	Tratamiento	Semana	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	A85CA15	1	167	141,95	25,05
	A85CA15	2	172	146,2	25,8
	A85CA15	3	188	159,8	28,2
	A85CA15	4	201	170,85	30,15
Engorde	A85CA15	5	211	179,35	31,65
	A85CA15	6	227	192,95	34,05
	A85CA15	7	236	200,6	35,4
	A85CA15	8	248	210,8	37,2
	A85CA15	9	263	223,55	39,45

Nota. La Tabla muestra la composición de raciones de forraje en el tratamiento 2 en los cuyes con el 15% de caña de azúcar.

Tabla 21

Composición de las raciones alimenticias en el T3(20% de caña de azúcar)

Etapa	Tratamiento	Semana	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	A80CA20	1	167	133,6	33,4
	A80CA20	2	172	137,6	34,4
	A80CA20	3	188	150,4	37,6
	A80CA20	4	201	160,8	40,2
Engorde	A80CA20	5	211	168,8	42,2
	A80CA20	6	227	181,6	45,4
	A80CA20	7	236	188,8	47,2
	A80CA20	8	248	198,4	49,6
	A80CA20	9	263	210,4	52,6

Nota. La Tabla muestra la composición de raciones de forraje en el tratamiento 3 en los cuyes con el 20% de caña de azúcar.

Tabla 22

Composición de las raciones alimenticias en el T4 (25% de caña de azúcar)

Etapa	Tratamiento	Semana	Forraje		
			Total, forraje g/ día	Alfalfa g/día	Caña g/ día
Crecimiento	A75CA25	1	167	125,25	41,75
	A75CA25	2	172	129	43
	A75CA25	3	188	141	47
	A75CA25	4	201	150,75	50,25
Engorde	A75CA25	5	211	158,25	52,75
	A75CA25	6	227	170,25	56,75
	A75CA25	7	236	177	59
	A75CA25	8	248	186	62
	A75CA25	9	263	197,25	65,75

Nota. La Tabla muestra la composición de raciones de forraje en el tratamiento 4 en los cuyes con el 25% de caña de azúcar.

El análisis estadístico del análisis proximal de los datos se realizó en base al promedio de las lecturas por tanto se incluyó la determinación de la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos, así como de los límites permisibles con un límite de confianza del 95%.

Capítulo IV

Resultados y discusión

Consumo de alimento

Etapa de crecimiento

Al establecer los análisis de varianza para el consumo de alimento de los cuyes bajo niveles de caña de azúcar en sustitución de alfalfa, se ha identificado diferencias estadísticas en la semana 2, $p=0,002$, en la etapa de crecimiento (Tabla 22).

El promedio de consumo de alimento de los tratamientos en estudio en la semana 2, con respecto a los niveles de incremento del porcentaje de caña de azúcar en reemplazo de la alfalfa, el mejor tratamiento en la semana 2 se observó con 25% de inclusión de caña de azúcar con $119,36 \pm 3,52$ gramos de consumo diario, sin embargo, en la primera y tercera y cuarta semana no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos $p>0,05$ (Tabla 23).

Tabla 23

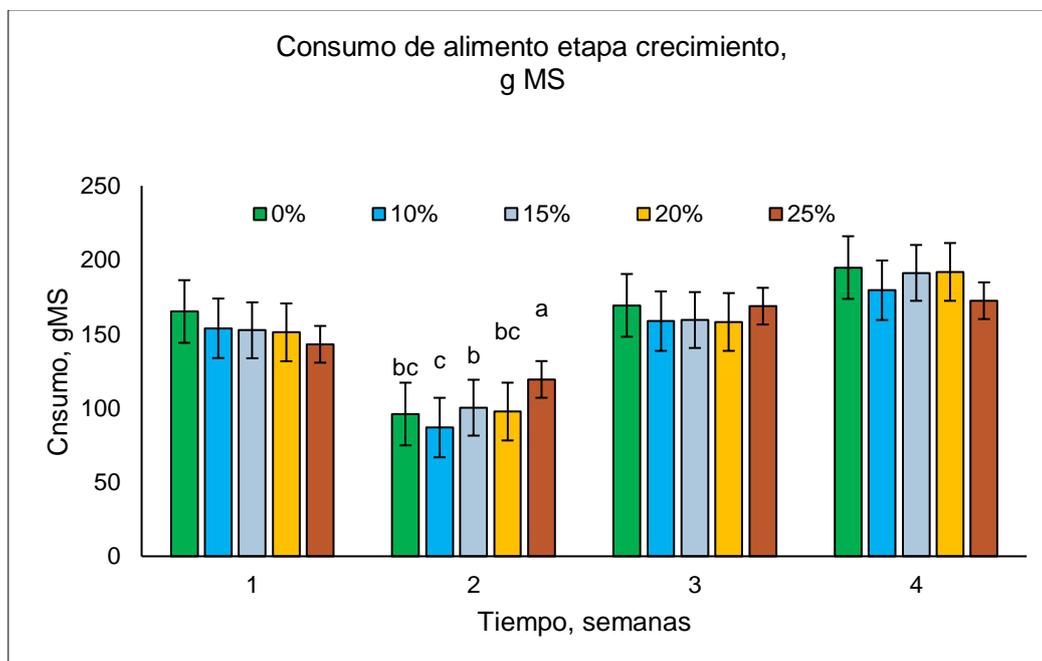
Promedio \pm EE del consumo de alimento de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito

Dieta	Consumo diario de alimento etapa crecimiento, g MS							
	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
0%	165,2	a	96,01	bc	169,35	a	194,86	a
10%	153,87	ab	86,88	C	158,69	a	179,55	a
15%	152,52	ab	100,29	b	159,45	a	191,27	a
20%	151,14	ab	97,68	bc	158,14	a	191,92	a
25%	143,08	b	119,36	a	168,8	a	172,49	a
EE	4,72		3,51		6,32		11,28	
p-value	0,0627		0,0002		0,4483		0,5923	

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$), Duncan La Tabla muestra el promedio de consumo de alimento de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar Etapa de Crecimiento.

Figura 4

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de crecimiento.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

En la Figura 4 del consumo de alimento diario se puede observar que la semana 2 tuvo una disminución del consumo de alimento, $100,04 \pm 2,82$, g MS con respecto a las demás semanas del estudio las mismas que durante la etapa de crecimiento tuvieron medias similares estadísticamente, durante este periodo de estudio la semana en la etapa de crecimiento que tuvo el mayor consumo fue la 4 semana $186,02 \pm 4,89$ g MS.

En la semana 2 se puede apreciar un descenso del consumo en los animales por parte de todos los niveles de inclusión en la dieta.

Etapa de engorde

Los análisis de variancia para el consumo de alimento en cada una de las seis semanas que correspondieron a la etapa de engorde no presentaron diferencias estadísticas para tratamientos con

una probabilidad ($p > 0,05$). Los promedios generales del consumo de alimento se van incrementando de $242,38 \pm 1,03$, g MS en la semana 5 hasta alcanzar $310,90 \pm 2,48$, g MS en la semana 10 correspondiente a la etapa de engorde (Anexo 4).

Los promedios por tratamiento se presentan en la Tabla 24, donde la prueba de Duncan al 5%, ratifica una vez más que los tratamientos no actúan en forma diferente, con respecto al consumo de alimento en cuyes.

Tabla 24

Promedio \pm EE del consumo de alimento en cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito.

Consumo de alimento etapa de engorde, g MS												
Dieta	Semana											
	5		6		7		8		9		10	
0%	245,21	A	249,04	A	251,32	a	281,5	a	268,09	a	305,5	b
10%	241,35	a	252,9	A	256,28	a	271,65	a	280,59	a	305,5	b
15%	243,62	a	243,71	A	252,15	a	267,42	a	272,12	a	332,5	a
20%	242,05	a	251,27	A	263,28	a	280,86	a	283,82	a	305,5	b
25%	239,69	a	249,49	A	244,11	a	270,56	a	278,05	a	305,5	b
EE	2,35		5,28		7,8		6,98		9,22		0,001	
p-value	0,5376		0,7829		0,5353		0,4279		0,7507		0,999	

Nota. * Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra el promedio del consumo de alimento de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar Etapa de Engorde.

En relación a los resultados encontrados en la etapa de engorde de los cuyes, estos se correlacionan con los resultados expuestos por Avalos Sánchez (2010), quién manifiesta que, una ración de alfalfa de 160 a 40 g/ animal por día en forraje fresco, la misma que baja de acuerdo con el nivel de inclusión de caña de azúcar en la dieta llegando a un total de 3554 gramos, valores que se

encuentran por debajo de los obtenidos en este estudio llegando a una ración de 332 g / animal por día con una inclusión del 20% de caña de azúcar en la dieta.

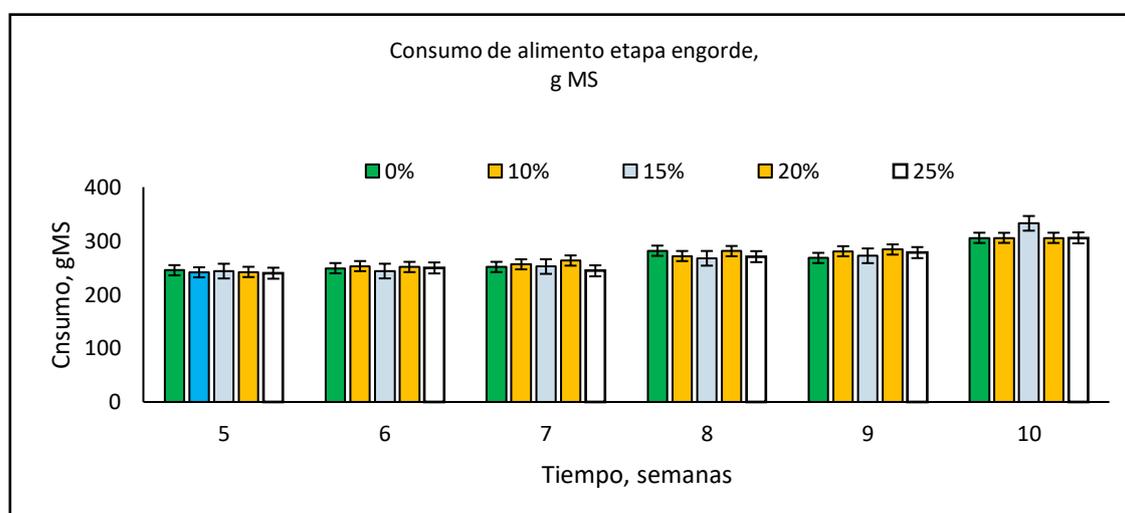
De esta manera, se alude que, en los cuyes la caña de azúcar picada no fue aceptada, a pesar de su gran palatabilidad.

En cuanto a los resultados obtenidos en la investigación Avalos Sánchez (2010), con relación a la caña de azúcar, menciona que alcanza consumos de hasta 32 g advirtiendo de esta manera que los animales están en condiciones de deglutir esa cantidad de Ms. Por su parte, Ríos (2011) en su estudio indica que los cerdos al consumir la caña troceada al 5 y 10% como niveles de inclusión en la dieta, realizan menor consumo del alimento, 0.21 y 0.24 kg/día, respectivamente.

Frente a los dos resultados expuestos y los resultados de la investigación, se puede asegurar que los valores no han sido similares, puesto que, esto depende de la cantidad de cuyes o animales en estudio, la edad y el ambiente en donde se encuentren.

Figura 5

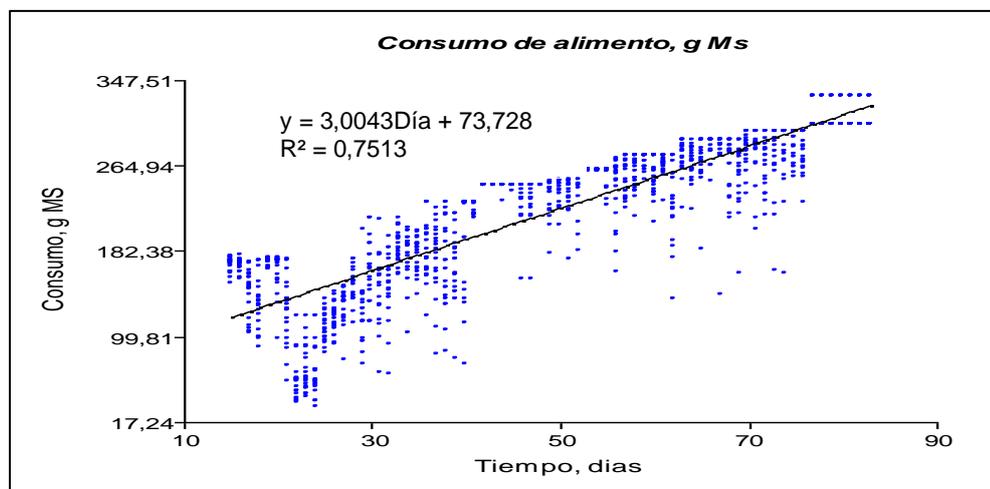
Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

Figura 6

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

En la Figura 6 se aprecia la predicción del consumo de alimento de cuyes alimentados con diferentes niveles de caña de azúcar durante 90 días el cual muestra un ajuste lineal

$$y = 3,0043\text{Día} + 73,728, r^2 = 0,7513.$$

Peso semanal

Etapa de crecimiento

Los análisis de variancia del peso de cuyes registrados en cada semana en la etapa de crecimiento no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). Los promedios generales del peso de los cuyes expresados en gramos se fueron incrementando de $441,59 \pm 11,71$, g en la primera semana para alcanzar un promedio de $636,88 \pm 21,24$ g en la cuarta semana de la etapa de crecimiento.

Los promedios del peso de los cuyes por tratamiento en cada una de las semanas correspondientes a la etapa de crecimiento se presentan en la Tabla 26, en donde la prueba de

Duncan al 5% ratifica la respuesta similar de los pesos obtenidos de los cuyes entre los tratamientos analizados en el presente estudio.

Tabla 25

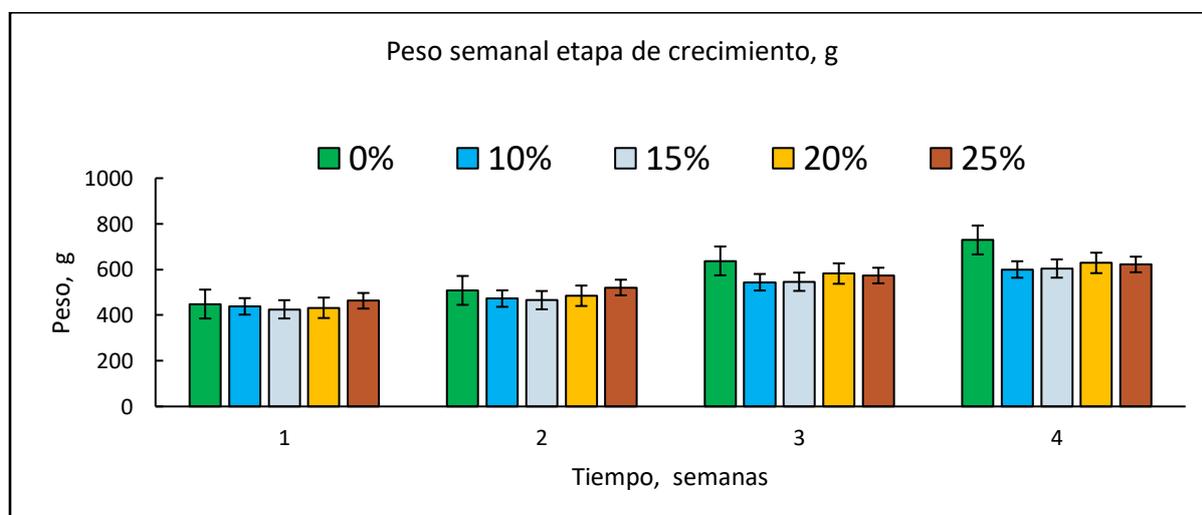
Promedio \pm EE del peso de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.

Item	Peso etapa crecimiento, g			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
0%	448,74 a	508,49 a	637,6 a	729,39 a
10%	438,43 a	472,65 a	544,19 a	599,96 a
15%	425,53 a	465,66 a	546,3 a	604,22 a
20%	432,2 a	484,89 a	582,13 a	628,84 a
25%	463,05 a	521,07 a	573,47 a	622,02 a
EE	28,48	22,49	44,36	45,9
p-value	0,8943	0,3923	0,5866	0,3015

Nota. * Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). Duncan La Tabla muestra el promedio de ganancia de peso de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de Crecimiento.

Figura 7

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de crecimiento.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

Etapa de engorde

Los análisis de variancia para los pesos de los cuyes bajo niveles de reemplazo de la alfalfa con caña de azúcar en la etapa de engorde no presentaron diferencias significativas entre tratamientos con una probabilidad ($p > 0,05$) en cada una de las seis semanas que corresponde esta etapa. Los promedios generales del peso de los cuyes se van incrementando de $682,33 \pm 20,70$ g. en la semana 5 hasta lograr un peso promedio de $1051,59 \pm 28,92$, g en la semana 10.

Los promedios de los pesos de los cuyes para cada uno de los tratamientos dentro de cada una de las semanas de la etapa de engorde se encuentran la Tabla 26.

Tabla 26

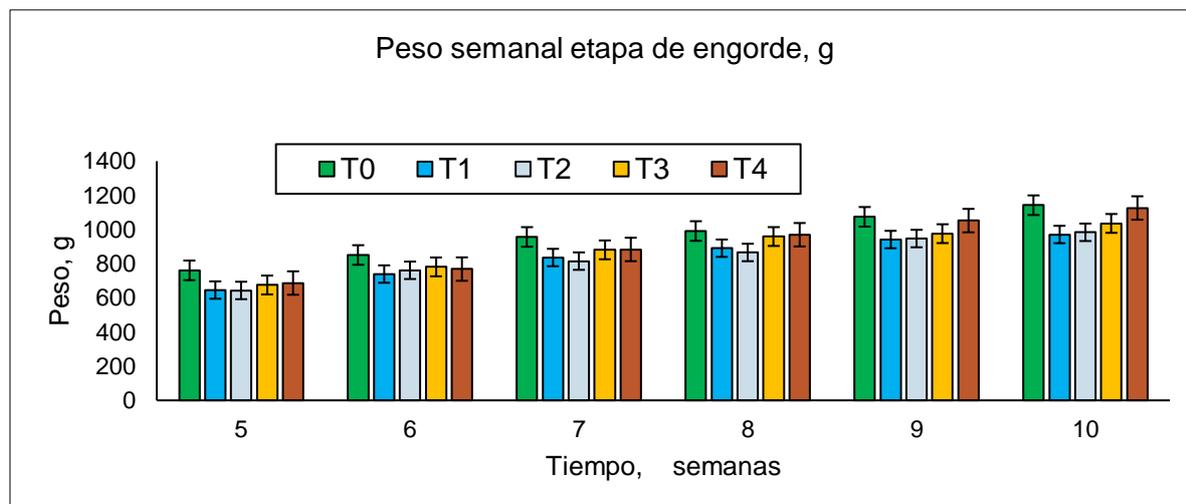
Promedio \pm EE del peso de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito

Item	Peso etapa engorde, g					
	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
0%	760,88 a	850,83 a	956,41 A	991,21 a	1074,24 A	1142,23 a
10%	645,53 a	739,26 a	836,04 A	890,48 a	941,18 A	1125,91 a
15%	643,24 a	761,24 a	814,95 A	865,56 a	947,01 A	1035,57 a
20%	675,25 a	781,11 a	880,79 A	958,81 a	975,71 A	983,6 a
25%	686,73 a	768,33 a	883,25 A	969,39 a	1052,06 A	970,66 a
EE	45,89	51,54	58,42	60,32	60,27	60,16
p-value	0,3998	0,62	0,5054	0,541	0,4208	0,1939

Nota. * Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra el promedio de ganancia de pesos de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de Engorde.

Figura 8

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes - etapa de engorde.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre el peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de engorde.

En la Figura 8, los pesos de los cuyes bajo el tratamiento de inclusión de caña de azúcar no muestran variabilidad significativa para los tratamientos en las durante las 10 semanas de investigación.

De esta manera, para sustentar los datos, se ha tomado en cuenta los resultados encontrados por Zúñiga et al., (2017) quién manifiesta que, los mejores resultados en cuyes se obtuvieron incluyendo a la dieta de 50 % de caña de azúcar muy parecido a los resultados obtenidos con inclusión de 25% de caña de azúcar no ocurriendo así con el tratamiento testigo (0%) quien demostró una desventaja considerable en pérdida de peso.

Sin embargo, los animales que no fueron alimentados con caña de azúcar obtuvieron mayores incrementos correspondieron al tratamiento sin la adición de caña de azúcar en comparación a los que recibieron el alimento.

Ganancia diaria de peso

Etapa de crecimiento

Los análisis de variancia de la ganancia diaria (GDP) de peso de los cuyes bajo niveles de reemplazo de la alfalfa con caña de azúcar en la etapa de crecimiento no presento diferencias estadísticas entre tratamientos con una probabilidad de ($p > 0,05$) en cada una de las cuatro evaluaciones que corresponde esta etapa.

Los promedios de la (GDP) de peso de los cuyes fueron de $20,23 \pm 1,67$; $27,22 \pm 1,45$; $39,53 \pm 2,75$; $48,13 \pm 3,03$ g/día, para la primera, segunda, tercera y cuarta semana de la etapa de crecimiento.

Sin embargo, al no diferenciarse los tratamientos se puede manifestar que a partir de la segunda semana los mayores incrementos correspondieron al tratamiento sin la adición de caña de azúcar.

Tabla 27

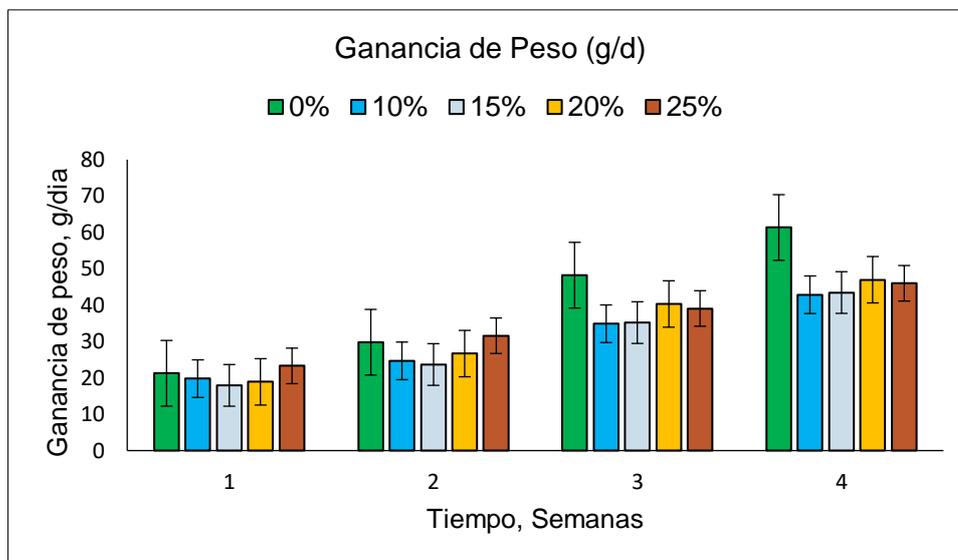
Promedio \pm EE de la ganancia diaria de peso (GDP) de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito

Item	Ganancia diaria de peso etapa de crecimiento, g/día.							
	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
0%	21,25	A	29,79	a	48,23	a	61,34	a
10%	19,78	A	24,67	a	34,88	a	42,85	a
15%	17,93	A	23,67	a	35,19	a	43,46	a
20%	18,89	A	26,67	a	40,31	a	46,98	a
25%	23,29	A	31,58		39,07	a	46	a
EE	4,07		3,21		6,34		6,56	
p-value	0,8943		0,3923		0,5866		0,3015	

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan La Tabla muestra el promedio del incremento de pesos de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de crecimiento.

Figura 9

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la ganancia de peso de cuyes - etapa de crecimiento.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

Etapa de engorde

Los análisis de variancia para la ganancia de peso de los cuyes dentro de la etapa de engorde no presento diferencias estadísticas significativas para tratamientos con una probabilidad ($p > 0,05$) en cada una de las seis semanas que corresponde esta etapa.

Los promedios generales de incremento de peso se encuentran en el rango de $54,62 \pm 2,96$ a $107,37 \pm 4,13$ g, sin embargo, los animales que no fueron alimentados con caña de azúcar presentaron una (GDP), más alta a diferencia de los animales que consumieron la caña.

Los promedios por tratamiento del incremento de los pesos de los cuyes en la etapa de engorde de cada una de las seis semanas que corresponde esta etapa de engorde se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28

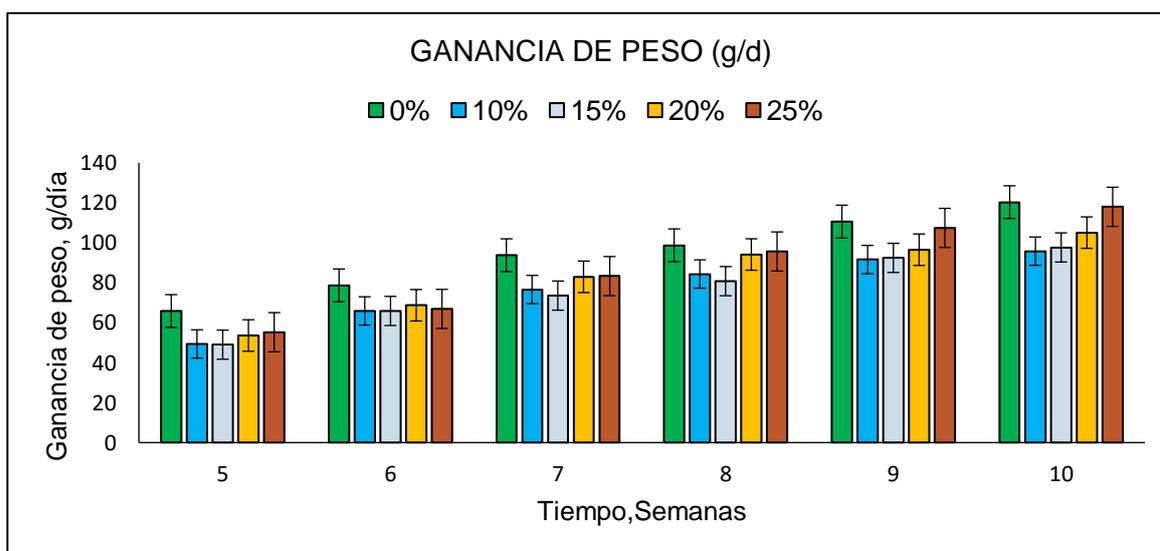
Promedio \pm EE de la ganancia diaria de peso (GDP) de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito

Item	Ganancia diaria de peso, g/día					
	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
0%	65,84 a	78,69 a	93,78 a	98,74 a	110,61 a	120,32 a
10%	49,36 a	65,89 a	76,58 a	84,36 a	91,6 a	95,81 a
15%	49,03 a	65,89 a	73,57 a	80,79 a	92,43 a	97,66 a
20%	53,61 a	68,73 a	82,97 a	94,12 a	96,53 a	105,08 A
25%	55,25 a	66,9 a	83,32 a	95,63 a	107,44 a	117,99 A
EE	6,56	7,36	8,35	8,62	8,61	8,59
p-value	0,3997	0,6199	0,5054	0,541	0,4207	0,1939

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra el promedio del incremento de pesos de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de engorde.

Figura 10

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la ganancia de peso de cuyes - etapa de engorde.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre ganancia de peso de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

Los porcentajes más altos se presentaron, al excluir la caña de azúcar en la dieta, por otra parte, la ganancia de peso superó los 400 g, y se reflejaron diferencias significativas entre los tratamientos, excepto los niveles (10 %) y (0%), quien manifiesto que trabajos desarrollados en el Perú notificaron resultados superiores, en lo que a peso final se refiere. Estos autores mostraron valores entre 714 a 900 g al finalizar la etapa de engorde, algo similar ocurrió para la ganancia de peso, esto pudo estar dado por las diferencias en las condiciones experimentales y la alimentación.

Conversión alimenticia

Etapas de crecimiento

En la Tabla 29 se muestra que la semana 1 tuvo diferencias significativas entre tratamientos donde el tratamiento con 25% de caña obtuvo la mejor conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento con $4,85 \pm 0,87$ Kg de alimento/ Kg de peso. Los promedios de la conversión alimenticia por tratamientos en cada una de las cuatro semanas que corresponden a la etapa de crecimiento en donde la prueba de Duncan al 5%, ratifica una vez más el similar comportamiento de los tratamientos sobre esta (Tabla 29).

Tabla 29

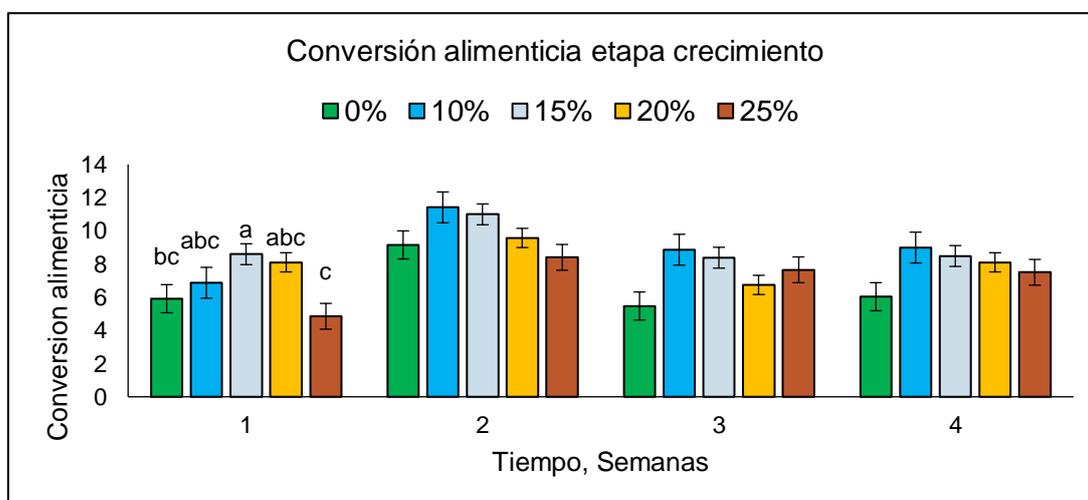
Promedio ± EE de conversión alimenticia de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.

Item	Conversión alimenticia-etapa crecimiento			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
0%	5,91 Bc	9,15 a	5,47 a	6,03 a
10%	6,87 abc	11,41 a	8,86 a	8,99 a
15%	8,59 A	10,99 a	8,38 a	8,48 a
20%	8,1 abc	9,57 a	6,74 a	8,1 a
25%	4,85 C	8,4 a	7,65 a	7,5 a
EE	0,87	1,48	1,52	1,26
p-value	0,014	0,5869	0,5501	0,5289

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra el promedio de conversión alimenticia de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de crecimiento.

Figura 11

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la conversión alimenticia de cuyes - etapa de crecimiento.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre conversión de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

No se encontró diferencias significativas entre tratamientos de las semanas dos, tres, y cuatro, ($p > 0,05$), el tratamiento con el 15% de caña de azúcar se obtuvo una conversión de 8,59 Kg de alimento/ Kg de peso.

Idrobo *et al.*, (2015) mencionan que el uso de prebióticos ayuda a mejorar en la conversión alimenticia de las dietas mixtas en cuyes a partir de la semana dos en adelante, llegando a obtener 3,53 Kg de alimento/ kg de peso, este valor se asemeja solo en la primera semana obtenidos en esta investigación.

Etapa de engorde

Tabla 30

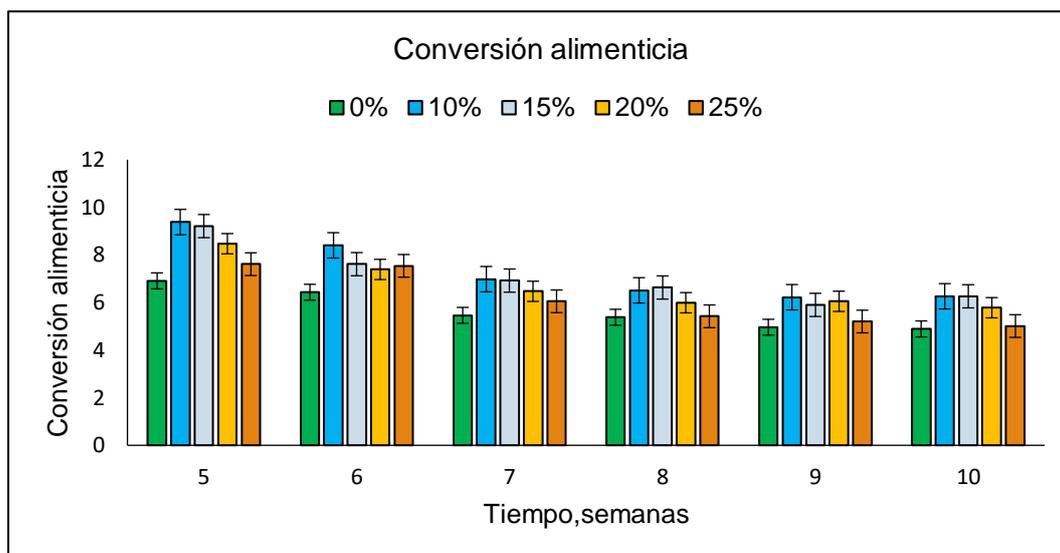
Promedio \pm EE de conversión alimenticia de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito.

Item	Conversión alimenticia- etapa de engorde					
	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
0%	6,91 a	6,43 a	5,46 a	5,38 a	4,96 A	4,89 A
10%	9,38 a	8,4 a	6,98 a	6,51 a	6,22 A	6,26 A
15%	9,21 a	7,61 a	6,92 a	6,63 a	5,9 A	6,26 A
20%	8,47 a	7,39 a	6,47 a	5,99 a	6,05 A	5,78 A
25%	7,61 a	7,54 a	6,05 a	5,42 a	5,2 A	5,01 A
EE	1,09	0,84	0,68	0,6	0,54	0,49
p-value	0,4746	0,6018	0,5086	0,46	0,4122	0,1751

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra el promedio de conversión alimenticia de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de engorde.

Figura 12

Efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre la conversión alimenticia de cuyes - etapa de engorde



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre conversión alimenticia de los cuyes en cada una de las semanas dentro de la etapa de crecimiento.

La conversión alimenticia de los cuyes en la etapa de engorde, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p \geq 0,001$).

Con el tratamiento de alfalfa sin caña de azúcar se obtuvo en la semana diez una conversión alimenticia de 4,89 kg de alimento/ kg de peso, mientras que los tratamientos con el 10 y 15 % con caña de azúcar + alfalfa, presentaron en la semana diez una conversión alimenticia de 6,26 kg de alimento/ kg de peso.

Por otro lado, los resultados de Ávalos (2011) menciona que a los cuyes que no se les suministro caña picada obtuvieron una conversión alimenticia de 5,9 Kg de MS para convertir 1 Kilo de ganancia de peso.

Mortalidad

Etapa crecimiento

Tabla 31

Promedio ± EE de mortalidad de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní-Quito.

Dieta	Mortalidad, %	
0%	47,5	b
10%	60	b
15%	50	b
20%	67,5	c
25%	37,5	a
EE	3,29	
p-valor	0,001	

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan La Tabla muestra la mortalidad de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de Crecimiento.

Los datos en la mortalidad de los cuyes en la etapa de crecimiento presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,001$), donde el tratamiento con 20% de inclusión de caña presento mayor mortalidad en cuyes alimentados en base de caña de azúcar donde presento un 67,5% de mortalidad en cuyes, mientras que el tratamiento con 25 % de caña de azúcar presento un 37,5% de mortandad.

Condori (2014) en su investigación presento que el mayor número de animales muertos fue en la etapa de crecimiento los cuales recibieron una dieta con el 10% de fibra cruda. Con lo que concuerda con esta investigación ya que el porcentaje de mortalidad en esta etapa es alto.

Etapa de engorde**Tabla 32**

Promedio \pm EE de mortalidad de los cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de engorde en la parroquia de Guamaní-Quito.

Dieta	Mortalidad, %	
0%	55	ab
10%	40	c
15%	50	b
20%	32,5	c
25%	62,5	a
EE	3,06	
p-valor	0,001	

Nota. *Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) Duncan. La Tabla muestra la mortalidad de los cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar - Etapa de Engorde.

En la etapa de engorde de los cuyes los tratamientos presentan diferencias significativas ($p < 0,001$). Sin embargo, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de mortalidad es el 25% de caña de azúcar en inclusión de la dieta con el 62,5%, mientras que el tratamiento con 10 y 20 % de caña de azúcar presento un menor porcentaje de mortalidad con 40 y 32,5%, respectivamente en esta etapa de engorde.

De esta manera, a comparación a los resultados obtenidos en la investigación de Ávalos (2011), quién indica el 0 % de mortalidad cuando hay inclusión de 20, 40, 60, 80 % de caña de azúcar fresca en la dieta, si se compara con los resultados obtenidos en este estudio no existe efecto alguno la inclusión de alfalfa y caña de azúcar en el porcentaje de mortalidad. A diferencia de los resultados de Zúñiga et al., (2017) quién menciona el 10 % de mortalidad en cuyes siendo el clima el factor influyente en este porcentaje, sin darle tributo alguno a la inclusión de caña de azúcar a la dieta.

Villacrés (2012), nos indica que un bajo porcentaje de proteínas y falta de alta energía en las dietas de cuyes en la etapa de engorde es causante de la mortalidad en estas semanas de vida, por lo que este factor afectaría en los porcentajes de mortalidad.

Peso vivo, peso faenado y peso residuos.

Los análisis de variancia del peso vivo, pesos faenados y residuos en cuyes no presentaron diferencias estadísticas con una probabilidad ($p > 0.05$) bajo la acción de niveles de suplementación con caña de azúcar, en dieta base de alfalfa y concentrado (anexo 17). Los promedios generales fueron de 108,90 g. en peso vivo, 701,80 g. peso faenado y 386,10 g para los residuos, con coeficientes de variación de 7,39, 11,98 y 14,93% respectivamente. Los promedios de los pesos vivos, faenados y los residuos de los cuyes por tratamientos se presentan en la Tabla 33.

Tabla 33

Promedio \pm EE de los pesos en vivo, faenados y residuos de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar –en la parroquia de Guamaní-Quito.

Tratamientos	Peso cuyes		
	Vivo	Faenado	Residuos
0%	1116,50 a	709,00 a	407,50 a
10%	1023,75 a	616,75 a	407,00 a
15%	1086,25 a	709,00 a	377,25 a
20%	1034,50 a	665,75 a	368,75 a
25%	1178,50 a	808,50 a	370,00 a
<i>E. E</i>	40,02	35,88	28,82
<i>p-valor</i>	0,087	0,1164	0,7629

Nota. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$) Duncan. La Tabla muestra el promedio de los pesos en vivo, faenados y residuos en cuyes bajo la sustitución de alfalfa con niveles de caña de azúcar.

En los datos obtenidos de los pesos en vivo ($p \geq 0,087$), faenados ($p \geq 0,1164$) y residuos ($p \geq 0,7629$) entre los tratamientos no existieron diferencias significativas.

Sin embargo, el tratamiento T4 (alfalfa+25% de caña de azúcar) presento un mayor peso en vivo y en faenado con 1178,50 g y 808,50 g respectivamente, mientras que en los residuos el tratamiento con 0% de (alfalfa) presento un mayor peso con 407,50 g en comparación con los demás tratamientos.

En la investigación de Acosta, (2008) demuestra que a las diez semanas etapa final de engorde los cuyes que son alimentados exclusivamente con forraje registran pesos vivos bajos en comparación con aquellos animales que fueron alimentados con una dieta basada en balanceado.

Frente a los resultados expuestos del presente trabajo, se puede relacionar con los de Imba & Tallana (2011), quienes en su estudio de aceptabilidad del bagazo de caña, rastrojo de maíz y tamo de cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maíz en cobayos de engorde no obtiene buenos resultados en cuanto a rendimiento a la canal siendo harina de rastrojo de maíz 10% con un porcentaje de 76.19% el mejor resultado esto se debe a que la harina de rastrojo de maíz es determinante por su contenido de proteína y fibra. para la generación de músculos y la presencia de azucares solubles encontrados en los tallos de rastrojo de maíz que influyen positivamente en su digestibilidad.

Relación costo/beneficio

Tabla 34

Análisis beneficio/costo de cuyes alimentados con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar –en la parroquia de Guamaní-Quito.

Dieta experimental	Dieta experimental				
	0%	10%	15%	20%	25%
<i>Rendimiento peso canal fría, kg</i>	28,36	24,67	28,36	26,63	32,34
<i>Precio/kg, \$</i>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
<i>Venta a la canal, \$</i>	297,78	259,04	297,78	279,62	339,57
<i>Beneficio bruto, \$</i>	297,78	259,04	297,78	279,62	339,57
Costos fijos					
<i>Trabajador</i>	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Total, costos fijos	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
Costos variables					
<i>Cuyes</i>	240	240	240	240	240
<i>Alimentación</i>	8,74	8,74	8,92	8,60	8,43
<i>Medicinas</i>	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
Total, costos variables	253,14	253,14	253,32	253,00	252,83
<i>Costos totales</i>	295,64	295,64	295,82	295,50	295,33
<i>Beneficios netos</i>	2,14	-36,61	1,96	-15,89	44,24
Beneficio/costo	1,007	0,876	1,007	0,946	1,150

Nota. La Tabla muestra el promedio de consumos de alimento y su costo, el peso comercial faenado y su beneficio; y, la relación Costo/Beneficio.

Para establecer la relación costo/beneficio se tomó los consumos de cada uno de los componentes de la alimentación de cuyes y se multiplico por el precio respectivo 0,175 dólares/kg alfalfa; 0,10 dólares/kg caña; y, 0,85 dólares/kg de balanceado la suma de estos nos permite obtener el costo, por otro lado, el peso comercial de los cuyes faenados se multiplico por el valor en el mercado y se obtuvo el beneficio (Tabla 34).

La relación costo beneficio que presentó en los tratamientos con 10 y 20% de inclusión determinaron que índices menores a uno (0,876 y 0,946) lo que quiere decir que no compensa la inversión al utilizar la caña de azúcar como remplazo en la alimentación de cuyes

Laboratorio.

Análisis proximal

En la Tabla 35 se presentan los resultados del análisis químico proximal para cada uno de los alimentos evaluados.

Tabla 35

Análisis químico proximal de los ingredientes evaluados

Nutriente %	Alfalfa	Polvo de Caña de azúcar	Alfalfa + caña de azúcar
Humedad	11,22	5,41	12,65
Cenizas	26,22	2,75	18,18
Extracto etéreo	2,07	0,68	1,72
Proteína	20,47	2,43	15,66
Fibra	21,22	19,9	29,11
Extracto libre de nitrógeno	30,4	74,25	35,33

Nota. La Tabla muestra el análisis químico proximal de los ingredientes evaluados durante la alimentación de los cuyes.

Como se puede observar la cantidad de proteína de la caña de azúcar es baja siendo esta de 2,43% y se adiciona alfalfa y caña de azúcar como dieta el porcentaje de proteína es de 15,66% siendo estos datos menores al porcentaje de proteína que aporta solo la alfalfa de 20,47%.

El National Research Council (1996), menciona que el resultado en el mantenimiento y reproducción de cuyes adultos es satisfactorio al utilizar dietas que proporcionan de 18% a 20% de proteína. En base a lo anterior en el trabajo de Garcés (2003), se sostiene que el nivel de 20% den el caso de la proteína en la alimentación de los cuyes en reproducción (gestación y lactación) es conveniente, logrando buenos resultados, mejorando el comportamiento productivo de los cuyes madres y obteniendo mejores pesos al final del empadre.

Los valores de fibra son altos en el análisis de caña de azúcar + alfalfa reportando así 29, 11 %.

La flora bacteriana permite un buen aprovechamiento de la fibra, Nuñez (2012) menciona que, los porcentajes de fibra en la dieta no tienen que superar el 18%.

Análisis proximal de las muestras de heces

Tabla 36

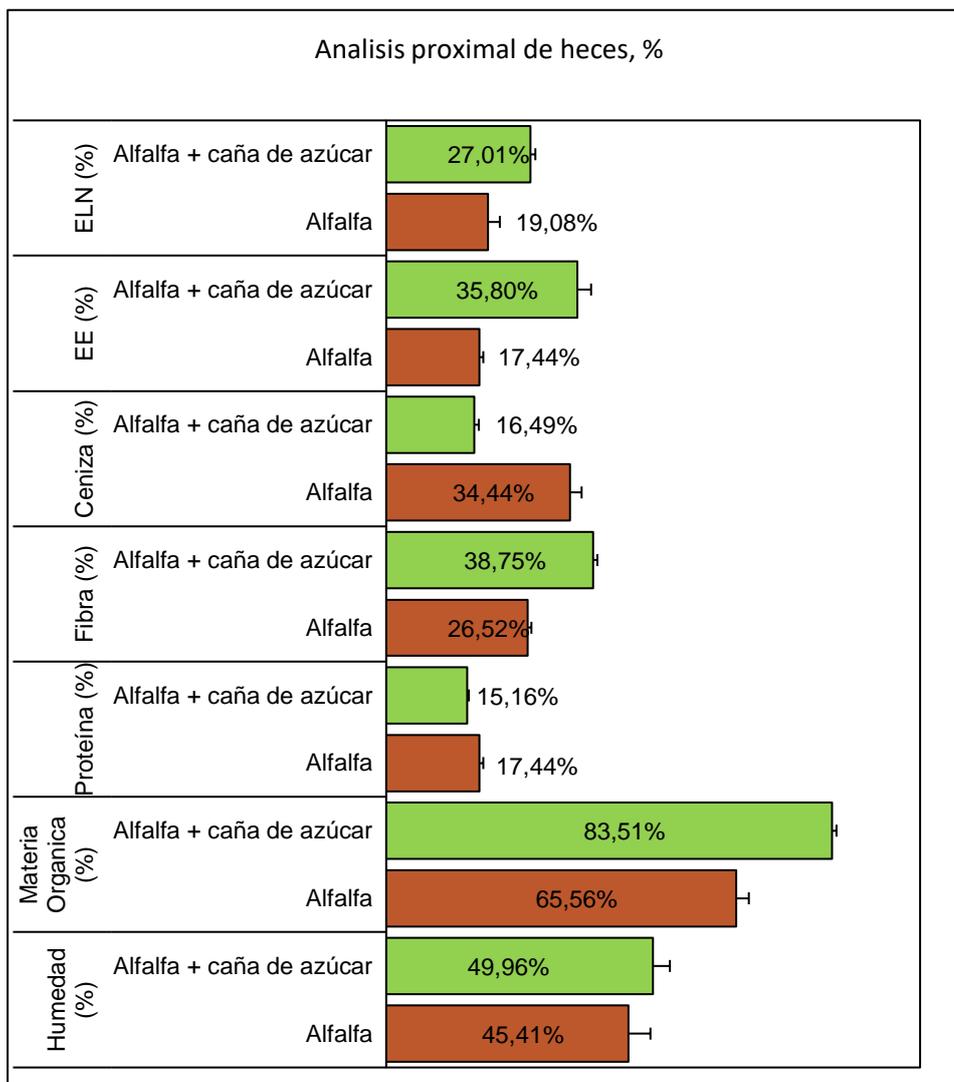
Porcentaje de humedad, proteína, ceniza, extracto etéreo y libre de nitrógeno

Ítem	Nutrientes	Media	ESD	Min	Max
ALFALFA	MO, %	65,56	2,36	62,07	69,15
	MS, %	54,59	4,47	48,23	59,76
	PC, %	17,44	0,81	16,58	18,64
	CF, %	26,52	0,74	25,53	27,68
	CZ, %	34,44	2,36	30,85	37,93
	EE, %	2,53	0,18	2,25	2,78
	ELN, %	19,08	2,41	16,07	22,43
ALFALFA+CAÑA DE AZUCAR	MO, %	83,51	0,84	82,25	84,66
	MS, %	50,04	3,18	47,12	55,95
	PC, %	15,16	0,34	14,71	15,51
	CF, %	38,75	0,80	37,63	39,80
	CZ, %	16,49	0,84	15,34	17,75
	EE, %	2,58	0,18	2,41	2,82
	ELN, %	27,01	0,92	25,75	28,05

Nota. MO: Materia Orgánica; MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; CF: Fibra Cruda; CZ: Ceniza; EE: Extracto Eterio; ELN: Extracto libre de nitrógeno. La Tabla muestra el porcentaje humedad, proteína ceniza extracto etéreo y Extracto libre de nitrógeno en muestras y heces de dietas de alfalfa y alfalfa + caña de azúcar.

Figura 13

Análisis proximal de las heces de cuyes alimentados con de alfalfa y caña+alfalfa en cuyes.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre digestibilidad de nutrientes.

Porcentaje de humedad.

La prueba de t-independiente establecida para la evaluación del porcentaje humedad entre alfalfa y alfalfa + caña, presento un valor de -2.03 que no fue significativo con una $P > 0,05$, esto nos indica que la suplementación con caña adicionada a la alfalfa no incremento significativamente la humedad.

El porcentaje promedio de humedad de la alfalfa es de $45,41 \pm 4,8$ con un valor mínimo de 40,24 y máximo de 51,77 y un valor promedio de $49,96 \pm 3,18$ de alfalfa + caña de azúcar y un valor de 44,05 como mínimo y 52,88 como valor máximo. Así se observa que el contenido promedio de humedad de la alfalfa es menor en 4,5% en relación con la mezcla de alfalfa + caña de azúcar. Se puede manifestar que la adición de caña de azúcar a la alfalfa incrementa la humedad del tratamiento, implicando desde luego un menor contenido de materia seca.

Porcentaje de proteína.

La suplementación con caña de azúcar disminuyó el porcentaje de proteína en relación con el suministro solo de alfalfa, al establecer la prueba de t-independiente se encontró un valor de 6,37 significativo con una $p < 0,01$, esta respuesta es lógica ya que la inclusión de caña de azúcar que posee menor proteína en la alfalfa disminuirá los contenidos de la muestra conjunta

El porcentaje promedio de proteína de la alfalfa es de $17,44 \pm 0,74$, con un valor mínimo de 16,58 y máximo de 18,64. En cuanto a la muestra de alfalfa + caña de azúcar $15,16 \pm 0,31$. Así se observa con un valor mínimo de 14,71 y máximo de 15,51. El contenido promedio de la proteína de la alfalfa + caña de azúcar es menor en 2,28% con relación a la alfalfa, demostrando así que la caña de azúcar no aporta gran cantidad de proteína a la dieta.

Nero (2017), menciona resultados de nivel de proteína en heces del 14,7 a 16,3 valores muy similares a los resultados obtenidos en esta investigación, esto concuerda con la poca eficiencia mostrada en cuyes alimentados con saccharina, en reemplazo de forrajes de hasta un 60%, en un trabajo presentado por Carvajal & Vivas (2008), en el que se obtiene conversiones alimenticias de 9.

Porcentaje de fibra.

La inclusión de caña de azúcar como suplemento de la alfalfa provocó un incremento de la fibra en las muestras con relación al suministro solo alfalfa, esta diferencia fue del 12,24%, y al

establecer la prueba de t-independiente se obtuvo un valor de -27,62 altamente significativo con una $p < 0,01$.

El porcentaje promedio de fibra presente en las muestras de heces de dieta en base alfalfa es de $26,53 \pm 0,67$ con valor mínimo de 25,53 y máximo de 27,68. El promedio de las muestras de heces con dieta de alfalfa + caña de azúcar es de $38,75 \pm 0,80$ con valores mínimos de 37,63 y máximo de 39,8 respectivamente determinado que el contenido promedio de la fibra en la muestra de alfalfa es menor en un 12,4 % en relación con la muestra de alfalfa + caña de azúcar. Las respuestas son lógicas pues al incluir caña de azúcar que posee mayor fibra que la alfalfa, se va a reflejar en el incremento de la muestra conjunta con relación a solo alfalfa.

En el caso del trabajo desarrollado por Abad & Jumbo (2019) obtiene resultados de fibra en heces de 29,12 lo que demuestra el bajo contenido de proteína limita el desdoblamiento microbiano de la fibra. De esta manera, los resultados de los diferentes trabajos citados están estrechamente relacionado con los resultados de la presente investigación.

Porcentaje de cenizas.

La suplementación con caña de azúcar a la alimentación con alfalfa + concentrado provocó una disminución en el porcentaje de cenizas, que presento solo alfalfa, esta diferencia fue de 16,49%, diferenciándose estadísticamente mediante la prueba de t-independiente que con un valor de 17,53 alcanzo una $p < 0,01$.

El porcentaje promedio de cenizas presentes en las muestras de heces de dietas con alfalfa es de $16,49 \pm 0,84$ con un valor mínimo de 30,85 y un máximo de 37,93 %. En cuanto a los valores de ceniza presente en las muestras de alfalfa y caña de azúcar presenta un promedio de $34,44 \pm 2,16$ con un valor mínimo de 15,34 y máximo de 17,35%. Así se observa que el contenido promedio de la ceniza de la alfalfa es menor en 17,95% en relación con la alfalfa + caña de azúcar.

Espinoza, (2017) obtiene valores de 9,30 en su tratamiento referencia y en su tratamiento prueba 10,69% de ceniza al analizar torta de soya.

En contraste con los rumiantes Dos Santos et al., (2017) en su evaluación de ensilajes de caña de azúcar utilizando como aditivo cal y piedra caliza, encontró valores de cenizas de 4.5 y 3.2%.

Porcentaje de extracto etéreo.

La suplementación con caña de azúcar a la alimentación con alfalfa en cuyes no provocó un incremento significativo en el porcentaje de extracto etéreo en relación con la alfalfa sola dentro del análisis proximal, y es así como al establecer la prueba de t-independiente se obtuvo un valor de -0,57 no significativo con una probabilidad $p > 0,05$.

El porcentaje de extracto etéreo presente en la alfalfa es de $17,44 \pm 0,74$ con un valor mínimo de 16,58 y 18,64 como valor máximo. En cuanto a valor de extracto etéreo presentes en la alfalfa + caña de azúcar alcanza un promedio de $3,58 \pm 2,57$ con un valor mínimo de 2,41 y máximo de 8,82% como valor máximo. De esta manera se observa que el contenido promedio del extracto etéreo presente en las muestras de alfalfa + caña de azúcar es menor en 13,86% en relación con la alfalfa.

En el caso del trabajo desarrollado por Salcedo (2018) obtiene valores de 3,92 y 2,33 de extracto etéreo presentes en heces, valores muy inferiores a los indicados en el análisis proximal de las muestras de heces de este trabajo. De esta manera, se visualiza que los diferentes resultados son estrechamente relacionados.

Porcentaje de extracto libre de nitrógeno.

La suplementación con caña de azúcar al suministro de alfalfa a cuyes provocó un gran incremento del extracto libre de nitrógeno de 7.94%, por eso al establecer la prueba de t-

independiente con un valor de -7,64 manifestó una diferencia altamente significativa con una probabilidad de $p < 0,01$.

El porcentaje promedio de extracto libre de nitrógeno presente en la dieta de alfalfa es de $19,08 \pm 2,20$ con un valor mínimo de 16,07 y máximo de 22,43%. En cuanto al porcentaje de extracto etéreo libre de nitrógeno presente en la alfalfa + caña de azúcar es $27,01 \pm 0,92$ alcanzando un valor mínimo de 25,75 y 28,05 como valor máximo. Así se observa que el contenido promedio del extracto libre de nitrógeno presente en la alfalfa es menor en un 7,93% en relación con la muestra de caña de azúcar + alfalfa.

Tabla 37

Valores de Humedad, Proteína, Fibra, Ceniza, Extracto Etéreo y Extracto Libre de Nitrógeno obtenidos en el análisis proximal

Variable	Alfalfa	Alfalfa+caña	pHomVar	T	p-valor
Humedad (%)	45,41	49,96	0,4719	-2,03	0,0697
Proteína (%)	17,44	15,16	0,0826	6,37	0,0001
Fibra (%)	26,52	38,75	0,8604	-27,62	<0,0001
Ceniza (%)	34,44	16,49	0,0397	17,53	<0,0001
EE, (%)	2,53	2,58	0,978	-0,5	0,6252
ELN, (%)	19,08	27,01	0,0542	-7,54	<0,0001

Nota. La Tabla muestra el porcentaje de varios nutrientes obtenidos con el análisis proximal y su comparación estadística.

Digestibilidad

Tabla 38

Coefficientes de digestibilidad

Ítem	Nutrientes	Media	ESD	Min	Max
ALFALFA	MOD, %	58,46	6,13	54,86	70,59
	MSD, %	53,36	5,84	49,96	65,03
	PCD, %	51,6	5,95	47,59	63,32
	CFD, %	56,49	5,51	53,09	67,5
	EED, %	53,13	5,89	49,73	64,9
	ELND, %	51,75	5,7	47,84	63,02
ALFALFA+CAÑA DE AZUCAR	MOD, %	48,11	4,54	41,5	52,68
	MSD, %	63,51	2,62	61,25	68,44
	PCD, %	63,98	6,03	52,13	69,53
	CFD, %	85,94	3,73	80,47	90,48
	EED, %	64,13	2,76	61,19	69,2
	ELND, %	82,66	4	77,48	86,82

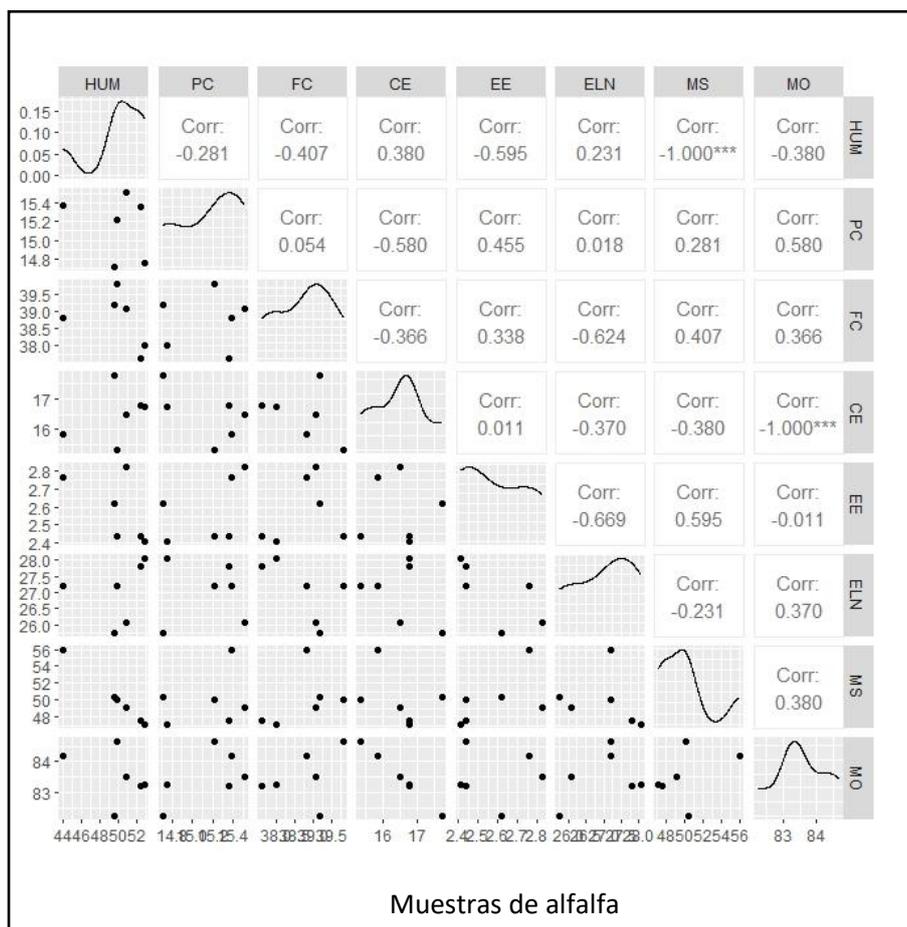
Nota. La Tabla muestra el análisis de la digestibilidad de la alimentación de los cuyes puestos a investigación.

Análisis de correlación

En la Figura 13 se puede observar el análisis de correlación entre los nutrientes de las muestras de heces de cuyes alimentados con alfalfa donde se observó unas correlaciones negativas significativas entre la materia seca humedad, ceniza y materia orgánica ($p < 0,0001$; $R = -1,000$). Estos resultados tienen coherencia ya que el contenido de humedad es inversamente proporcional al contenido de materia seca, en el caso de la ceniza y materia orgánica este fenómeno es atribuido a esta explicación.

Figura 14

Análisis de correlación de la digestibilidad de nutrientes de cuyes alimentados con alfalfa.

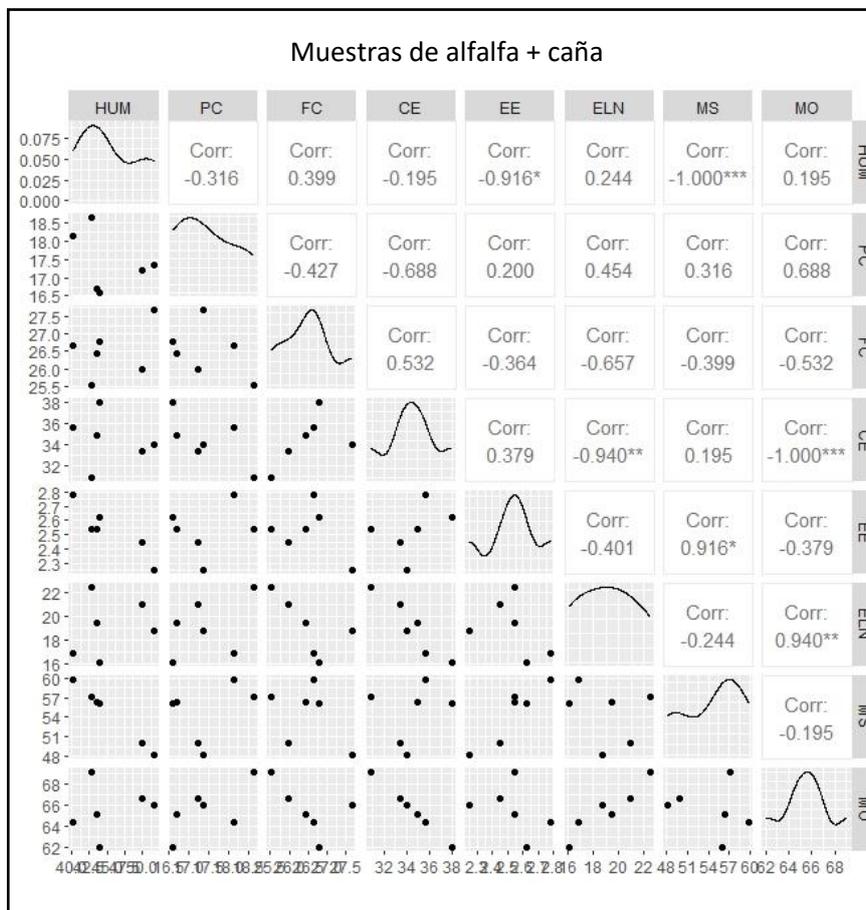


Nota. La Tabla muestra correlación de los nutrientes digestibles.

En la Figura 14 se muestra el análisis de correlación de muestras de heces de cuyes alimentados con una ración de alfalfa 70% y caña 30% donde se presentaron correlaciones positivas entre materia seca (MS) y extracto eterio (EE), Materia orgánica (MO) y Extracto libre de nitrógeno (ELN) ($p < 0,0001$; $R = 0,916$, $R = 0,940$ respectivamente), por otro lato también se pudo observar correlaciones fuertemente negativas entre Extracto eterio (EE) y humedad (HUM), materia seca (MS) y humedad (HUM), extracto libre de nitrógeno (ELN) y ceniza (CE), materia orgánica (MO) y ceniza (CE), ($p < 0,001$; $R = -0,916$, $R = -1,000$, $R = -0,940$, $R = -1,000$, respectivamente).

Figura 15

Análisis de correlación de la digestibilidad de nutrientes de cuyes alimentados con Alfalfa+caña de azúcar.



Nota. La Tabla muestra correlación de los nutrientes digestibles.

Coeficiente digestibilidad materia orgánica.

En la evaluación del Coeficiente digestibilidad Materia Orgánica de las muestras de alfalfa y alfalfa +caña, la prueba de t-independiente fue de 3,32 significativa con una probabilidad de $p=0,0077$. Obteniendo un promedio de digestibilidad de la alfalfa de $58,46 \pm 6,13$ con un mínimo de 54,86 y un máximo de 70,59% y el coeficiente de digestibilidad de alfalfa + caña de azúcar es de $48,11 \pm 4,54$ con un valor mínimo de 41,50 y un máximo de 52,68 %, alcanzando el mejor promedio de digestibilidad la alfalfa con 58,46%

En el caso de Nieves *et al.*, (2008b) en su estudio realizado al comprobar dos métodos de digestibilidad (directos e indirectos) en conejos con dietas forrajeras tropicales de 30%. *Leucaena leucocephala*, *Trichanthera gigantea*, *Morus alba*, *Arachis pintoi* y *Iphonema batatas*, obtuvieron resultados de digestibilidad MO de 59,97 siendo mayor a 48,11 que fue el resultado obtenido en la dieta de caña+ alfalfa

A su vez, Chauca *et al.* (1997) en su investigación determinó valores de 60,67 % de digestibilidad de la alfalfa igualmente, Zúñiga *et al.*, (2017) obtuvo 74.79 % en el rastrojo de maca (*Lepidium peruvianum*), valores que sobrepasan los registrados en esta investigación alcanzando un valor máximo de 52,68%.

Si analizamos la digestibilidad de cada tratamiento podemos observar su baja digestibilidad en comparación con otras forrajeras, esto se debe al alto contenido de fibra que posee la caña de azúcar y por ende baja digestibilidad por lo que los autores no recomiendan pasar del 10 % de inclusión de la dieta y si consideramos el alto gasto de energía que el animal necesita para digerirlo

Coefficiente digestibilidad materia seca.

La prueba de t-independiente establecida para la evaluación del coeficiente de digestibilidad de la materia seca entre alfalfa y alfalfa+ caña, presentó un valor de -3,89 que fue significativo con una probabilidad $p=0003$. En promedio el coeficiente de digestibilidad de la alfalfa fue de $53,36 \pm 5,84$ con un valor mínimo de 49,96 y un máximo de 65,03%. El promedio de digestibilidad de la materia seca para alfalfa + caña de azúcar fue de $63,51 \pm 2,62$ con un valor mínimo de 61,25 y 68,44% como valor máximo, alcanzando el mejor promedio la alfalfa + caña de azúcar con 63,51%

Para Nieves *et al.*, (2008b) en su estudio realizado al comprobar dos métodos de digestibilidad (directos e indirectos) en conejos con dietas forrajeras tropicales de 30 % *Leucaena leucocephala*, *Trichanthera gigantea*, *Morus alba*, *Arachis pintoi* y *Iphonema batatas*, obtuvieron resultados de

digestibilidad MS de 57,62% siendo menor a 63,51% que fue el resultado obtenido en la dieta de caña+ alfalfa

En el caso de la investigación desarrollada por Ortiz (2020) manifiesta que el valor nutritivo de la caña representa el 85% de materia seca y la digestibilidad completa el 27,5 %, pudiendo obtener rangos desde 2,7 % hasta 3,5 % en lo que tiene que ver con la proteína cruda.

Asimismo, en el trabajo realizado por Nero (2017) manifiesta que se puede presentar una digestibilidad media del 80% en rumiantes, estos resultados son bastantes altos, considerando que los rumiantes tienen un gran microbiota y un mayor tiempo de retención para la degradación de las paredes celulares; sin embargo, dentro de los fermentadores postgástricos se ha observado que el cuy es el que tiene un mayor tiempo de retención y una mayor capacidad para degradar la fibra.

Finalmente, en el caso de Aguirre (2008b) la digestibilidad in vitro de la MS es de 53,57 % en un proceso integral de caña siendo la respuesta en estudios realizados en corderos Pelibuey.

Coefficiente digestibilidad de proteína.

Al comparar los coeficientes de digestibilidad de la proteína entre los tratamientos alfalfa y alfalfa +caña si bien hay una diferencia la prueba de t-independiente con un valor de -3,58 no manifestó diferencias estadísticas con una $P < 0.05$. En promedio el coeficiente de digestibilidad de la alfalfa es de $53,36 \pm 5,95$ con un mínimo de 41,59 y un valor máximo de 63,32%. El promedio alcanzado en la digestibilidad de la proteína en la alfalfa + caña de azúcar fue de $63,98 \pm 6,03$ con un valor mínimo de 42,13 y 69,53% como valor máximo, siendo el mejor promedio el alcanzado por la alfalfa + caña de azúcar con 63,98%.

Nieves et al., (2008) en su estudio realizado al comprobar dos métodos de digestibilidad (directos e indirectos) en conejos con dietas forrajeras tropicales de 30% *Leucaena leucocephala*, *Trichanthera gigantea*, *Morus alba*, *Arachis pintoi* y *Iphonema batatas*, obtuvieron resultados de

digestibilidad Proteína de 71,03% siendo mayor la cantidad de proteína obtenida en este estudio, 63,98%.

En promedio el coeficiente de digestibilidad de la alfalfa es de $61,60 \pm 5,95$ con un mínimo de 41,59 y un valor máximo de 63,32%. El promedio alcanzado en la digestibilidad de la proteína en la alfalfa + caña de azúcar fue de $63,98 \pm 6,03$ con un valor mínimo de 42,13 y 69,53% como valor máximo, siendo el mejor promedio el alcanzado por la alfalfa + caña de azúcar con 63,98%.

De acuerdo con Nero (2017) manifiesta en su trabajo que los cuyes digirieron como media un 67% de proteína. En conejos las digestibilidades de proteína están cercanas al 80% (Abad Guamán, 2015). Eso se podría deber a que los conejos poseen un mejor sistema de separación de partículas en el intestino grueso (sistema “wash back”) a diferencia del sistema “mucus trap” en los cuyes Franz et al., (2011a). Esta diferencia en la eficacia de separación de partículas permite que los conejos sean mejores recicladores de proteínas endógenas. Además; este bajo nivel de aprovechamiento por parte de los cuyes podría estar relacionado a una baja capacidad del cuy para aprovechar nitrógeno no proteico (úrea).

Coeficiente de digestibilidad de la fibra.

Al comparar las muestras de los dos tratamientos alfalfa y alfalfa+ caña, en el coeficiente de digestibilidad de la fibra la prueba de t-independiente con un valor de -10,85 presento una significación estadística con una $p < 0,005$, debido a que al suministrar la caña de azúcar a la alfalfa se incrementó la digestibilidad de la fibra. El promedio alcanzado en la digestibilidad de la fibra en alfalfa fue de $56,49 \pm 5,51$ con un valor mínimo de 53,09 y máximo de 67,5%. El promedio de la digestibilidad de la fibra es de $63,98 \pm 3,73$ con un valor mínimo de 80,47 y un máximo de 90,48. El mejor promedio de digestibilidad de la fibra fue de 85,94 % que le corresponde a la alfalfa + caña de azúcar.

El coeficiente de digestibilidad de fibra de la alfalfa + caña es de 85,94 %, la fibra es un componente que tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que

tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo.

Con la suplementación de caña de azúcar se está provocando un incremento de la fibra aún más de 26.52 con alfalfa a 38.75% con el suplemento de caña de azúcar aun cuando el requerimiento en crecimiento para cuyes es del 10% según N.R.C (1995) citado por Caycedo, A; Almeida, D; Córdoba (1985).

En la investigación desarrollada por Jumbo Sari (2019) al evaluar el efecto de nivel de fibra insoluble en la digestibilidad fecal de cuyes de ceba obtuvo una digestibilidad de la fibra cruda entre el 29,9 % y 54,7 %, y menciona a Sakaguchi & Ohmura (1992) quienes con la dieta del 50 % de alfalfa obtuvieron una digestibilidad del 40,5 %, si bien estos estudios fueron realizados en caña de azúcar nos permite comparar la digestibilidad de la fibra y concluir que la menor digestibilidad de la fibra se da por el menor tiempo de retención de la digesta en el tracto intestinal, bajo contenido de energía y proteínas que limitan el desdoblamiento microbiano de la fibra lo que desencadenara una disminución de peso

Por lo tanto, la inclusión de caña de azúcar provoca en el alimento suministrado a los cuyes una disminución de los contenidos de minerales totales inorgánicos, así como la disminución de la proteína que constituye el nutriente más importante en la dieta; su adecuada evaluación permite controlar la calidad del alimento que se está suministrando, por lo tanto, se puede indicar que la inclusión de la caña de azúcar en la dieta para los cuyes disminuye la calidad de esta.

Coefficiente digestibilidad extracto etéreo (EE).

Sin embargo, que con la suplementación con caña de azúcar a la alimentación con alfalfa en cuyes se obtuvo un mayor coeficiente de digestibilidad del Extracto etéreo con una diferencia de 26,14%, en relación a la alfalfa la prueba de t-independiente con un valor -4,14 manifestó significación con una probabilidad $p < 0,002$. El promedio de la digestibilidad del extracto etéreo de alfalfa es de

53,13± 5,89 con un valor mínimo de 49,73 y un máximo de 64,9%. El promedio de digestibilidad del extracto etéreo de alfalfa + caña de azúcar fue de 64,13 ± 2,76 con un valor mínimo de 61,19 y un máximo de 69,20%, siendo 61,19 el mejor promedio de digestibilidad de extracto etéreo perteneciente a la alfalfa + caña de azúcar.

Finalmente, en la investigación de Buri (2013) en la alimentación de cuyes en base a Raygrass obtiene una digestibilidad de 78,82 en prefloración y 66,87 % en post floración, siendo estos datos mayores 61, 19 que fue el mejor resultado perteneciendo a la dieta de caña de azúcar + alfalfa.

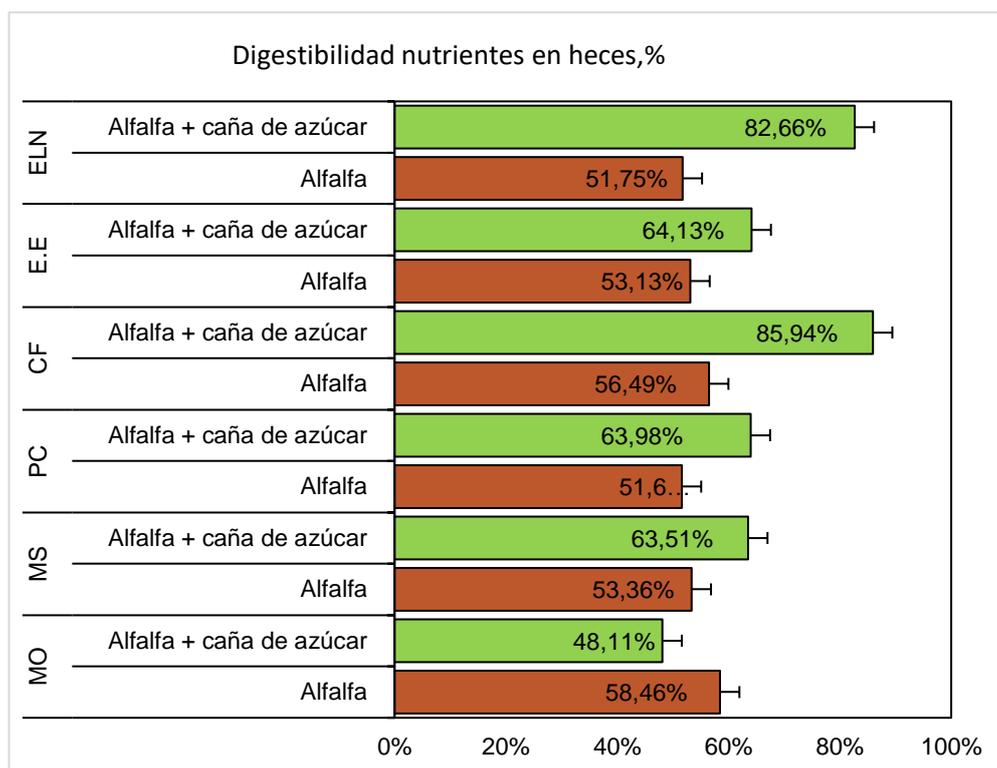
Coefficiente digestibilidad del extracto libre de nitrógeno.

Al comparar las muestras de los dos tratamientos alfalfa y alfalfa + caña en el coeficiente de digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno la prueba de t-independiente con un valor de -10,87 presento una significación estadística con una $p < 0,5$, debido a que al suministrar la caña de azúcar a la alfalfa se incrementó la digestibilidad del Extracto Libre de Nitrógeno. El promedio de digestibilidad del extracto libre de nitrógeno en alfalfa fue de 51,75 ± 5,70 alcanzando un valor mínimo de 47,84 y máximo de 63,02%. La digestibilidad del extracto etéreo libre de nitrógeno de alfalfa + caña de azúcar fue de 82,66 ± 4,00 con un valor mínimo de 77,48 y máximo de 86,82 %. El mejor promedio de digestibilidad es de alfalfa + caña de azúcar con 82,66 %

En el estudio realizado por Buri (2013) acerca de la alimentación de cuyes en base a Raygrass obtiene una digestibilidad de 81,21 en prefloración y 77, 59% en post floración, siendo menor a 82,66% que fue el mejor resultado perteneciendo a la dieta de caña de azúcar + alfalfa

Figura 16

Digestibilidad de nutrientes de las heces de cuyes alimentados con de alfalfa y caña+alfalfa en cuyes.



Nota. La Tabla muestra el efecto de los niveles de sustitución de alfalfa con caña de azúcar sobre digestibilidad de nutrientes.

Tabla 39

Promedio de nutrientes digestibles de cuyes alimentados con alfalfa y alfalfa +caña de azúcar en con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní- Quito.

Variable	Alfalfa	Alfalfa+caña	pHomVar	T	p-valor
<i>M. Orgánica (%)</i>	58,46	48,11	0,5259	3,32	0,0077
<i>Materia Seca (%)</i>	53,36	63,51	0,1038	-3,89	0,003
<i>proteína (%)</i>	51,6	63,98	0,9778	-3,58	0,005
<i>Fibra (%)</i>	56,49	85,94	0,4134	-10,85	<0,0001
<i>EE, (%)</i>	53,13	64,13	0,1219	-4,14	0,002
<i>ELN, (%)</i>	51,75	82,66	0,4558	-10,87	<0,0001

Nota: La Tabla muestra el analisis de variancia de dos factores de muestras de heces de cuyes alimentados con alfalfa y alfalfa + caña de azúcar.

Nutrientes digeribles de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña

De los análisis obtenidos en laboratorio para la muestra de alfalfa se obtiene los siguientes resultados: proteína bruta 20,47%, Fibra bruta 21,22%, extracto etéreo 2,07 y extracto libre de nitrógeno 30,04%, y para la muestra de alfalfa + caña de azúcar los resultados fueron: proteína bruta 2,43%, 19,90% fibra bruta, 74,25% extracto libre de nitrógeno. Los resultados obtenidos en cuanto a coeficiente de degradabilidad de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40

Nutrientes digeribles de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

	Alfalfa	Alfalfa + caña de azúcar
PB	20,47	2,43
FB	21,22	19,9
E. E	2,07	0,68
NNE	30,04	74,25

Nota. La Tabla muestra los Nutrientes digeribles de la proteína, fibra, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno.

Tabla 41

Nutrientes digeribles de la proteína digerible, fibra digerible, EE y ELN

Alimento	Coficiente, %	Promedio	SD	Mínimo	Máximo
<i>Alfalfa</i>	PCD	10,56	1,22	9,74	12,96
	FCD	11,99	1,17	11,27	14,32
	EED	1,1	0,12	1,03	1,34
	ELND	15,55	1,71	14,37	18,93
<i>Alfalfa + caña de azúcar</i>	PCD	10,02	0,94	8,16	10,89
	FCD	25,02	1,09	23,42	26,34
	EED	1,1	0,05	1,05	1,19
	ELND	29,20	1,41	27,37	30,67

Nota: **PCD:** cruda digerible, **FCD:** fibra cruda digerible, **EED:** extracto eterio digerible, **ELND:** extracto libre de nitrógeno.

Proteína digestible

La proteína digestible en la muestra de alfalfa es de 10,55 % y para las muestras de alfalfa + caña de azúcar es de 10,02% alcanzando el mejor resultado la alfalfa con 10,5 % de proteína digestible. Hay que considerar que las necesidades de proteína de cuyes en la etapa de crecimiento- engorde es de 13 a 18 % pudiendo de esta manera identificar la baja cantidad de proteína que este forraje aportaría a la dieta

En el caso del trabajo desarrollado por Aranda et al., (2018) quién adicionó 20% de grano (sorgo molido, maíz molido, pulidora de arroz o pulpa de cítrico deshidratada) a una dieta base de saccharina y obtuvo valores PC y proteína verdadera (PV) de 18.8 y 12.8%, respectivamente.

Fibra digestible

La muestra de alfalfa alcanza un promedio de 11,99% y para las muestras de alfalfa + caña de azúcar el promedio es de 17,10% siendo este último el mejor promedio de fibra digestible. De acuerdo con Juárez et al., (2009), la caña contiene un alto contenido de azúcares combinada con fibra altamente lignificada, que origina una baja digestibilidad (20%) de la fibra en el bovino; además, un bajo contenido de proteína.

Extracto etéreo

En cuanto al extracto etéreo se puede observar que el extracto etéreo digestible en la muestra de alfalfa alcanza un promedio de 1,10 % y para las muestras de alfalfa + caña de azúcar el promedio es de 0,44% siendo el mejor promedio alcanzado por la muestra de alfalfa con 1,10%.

Extracto libre de nitrógeno

Se puede observar que el extracto etéreo libre de nitrógeno digestible en la muestra de alfalfa alcanza un promedio de 15,55 % y para las muestras de alfalfa + caña de azúcar existe un incremento

de 61,38% a sabiendas que está constituido principalmente de carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás componentes orgánicos solubles no nitrogenados.

Desde el punto de vista de Duarte (2010), señala que a medida que se incrementa la proporción de caña en los tratamientos, disminuye la concentración de extracto libre de nitrógeno debido a que esta variable está directamente relacionada con la presencia de fibra aportada por la caña de azúcar.

Tabla 42

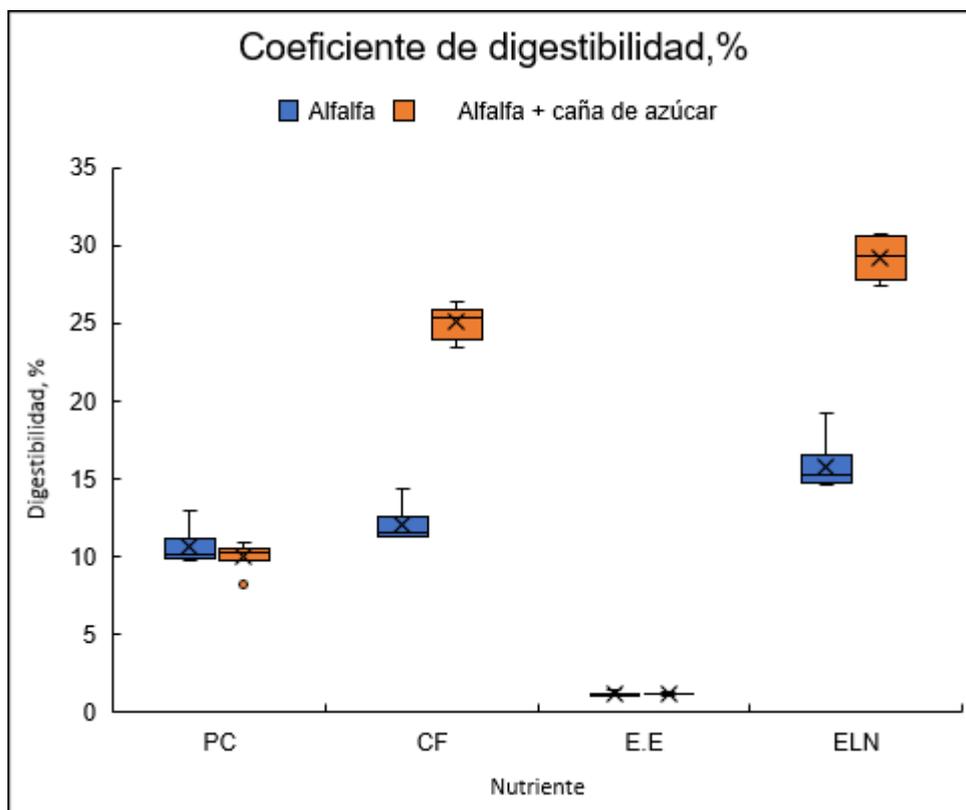
Promedio de nutrientes digestibles de cuyes alimentados con alfalfa y alfalfa +caña de azúcar en con diferentes niveles de inclusión de caña de azúcar – etapa de crecimiento en la parroquia de Guamaní- Quito.

Variable	Alfalfa	Alfalfa + caña de azúcar	pHomVar	T	p-valor
PCD	10,56	10,02	0,5897	0,86	0,4083
CFD	11,99	25,02	0,877	-20,01	<0,0001
EED	1,1	1,1	0,059	-0,06	0,9546
ELND	15,73	29,2	0,6659	-14,76	<0,0001

Nota: La Tabla muestra una comparación de los nutrientes digestibles de cuyes alimentados con diferentes dietas.

Figura 17

Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles presentes en las heces de cuyes.



Nota. La Tabla muestra el análisis de la digestibilidad de la alimentación de los cuyes puestos a investigación.

Nutrientes digestibles totales de los dos tratamientos alfalfa y alfalfa + caña

Los nutrientes digestibles totales (NDT) para la alfalfa alcanzo un promedio de 40 % y para el tratamiento alfalfa+ caña de azúcar fue de 81,01 %, pudiendo observar que el mejor promedio le pertenece al tratamiento de alfalfa caña de azúcar como se observa en la Tabla 43.

Tabla 43

Nutrientes digestibles totales (NDT) de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña de azúcar.

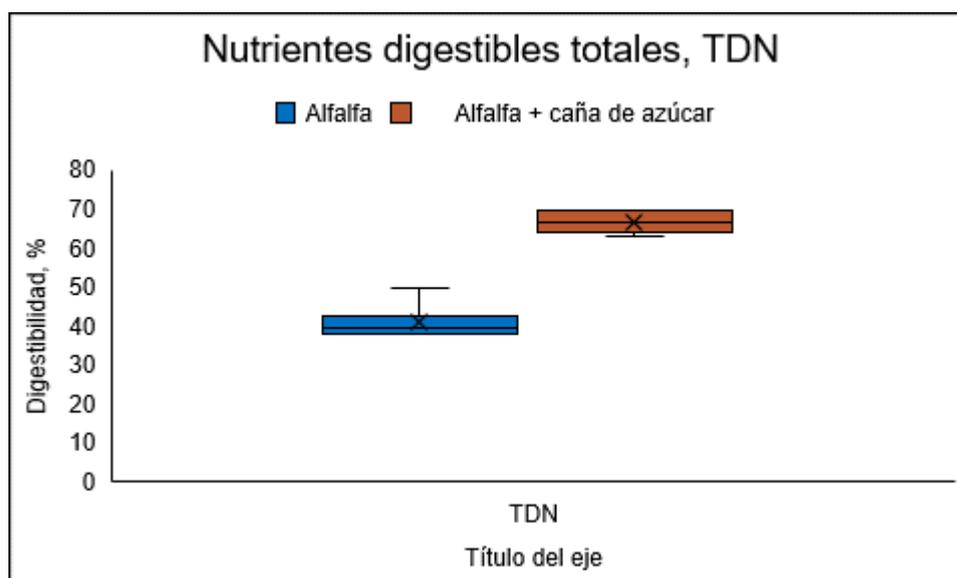
Ítem	Alfalfa	Alfalfa + caña de azúcar	pHomVar	T	p-valor
TDN	40,7	66,67	0,344	-12,25	<0,0001

Nota. TDN: Nutrientes digestibles totales. La Tabla muestra los Nutrientes digestibles totales (NDT) de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña de azúcar.

Si se enriquece la ración dándole mayor nivel energético se mejoran las ganancias de peso y mayor eficiencia de utilización de alimentos. A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Chauca et al., 1997). Proporcionando a los cuyes raciones con 66 %de NDT pueden obtenerse conversiones alimenticias de 8,03 citado por Chauca et al., (2008); siendo 81,01 % de NDT en la dieta de caña + alfalfa.

Figura 18

Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles totales (TDN) presentes en las heces de cuyes.



Nota. La Tabla muestra el análisis de la digestibilidad de la alimentación de los cuyes puestos a investigación.

Energía digestible de los tratamientos alfalfa y alfalfa + caña.

Los datos registrados Kd de energía bruta y energía digestible se pueden observar en la Tabla 44.

Tabla 44

Energía bruta y energía digestible de alfalfa y alfalfa + caña de azúcar

	Alfalfa	Alfalfa + caña de azúcar	pHomVar	T	p-valor
<i>EB</i>	3327,41	4134,49	0,0831	-18,23	<0,0001
<i>ED</i>	1351,81	2756,34	0,977	-20,57	<0,0001

*Nota. EB: energía bruta; EB: $5,77*PC+8,74*EE+5*FC+4,06*ELN$; ED: Energía digestible; ED:(EB*TDN)/100; TDN: Nutrientes digestibles totales.* La Tabla muestra la Energía bruta y energía digestible de alfalfa y alfalfa + caña de azúcar.

La energía bruta de la alfalfa llego a 3327,41 Kcal/kg Ms, mientras que en el tratamiento de alfalfa + caña de azúcar fue de 4134,49 Kcal/kg Ms, determinado de esta manera que el tratamiento de Alfalfa + caña de azúcar presentó el valor más alto de energía bruta.

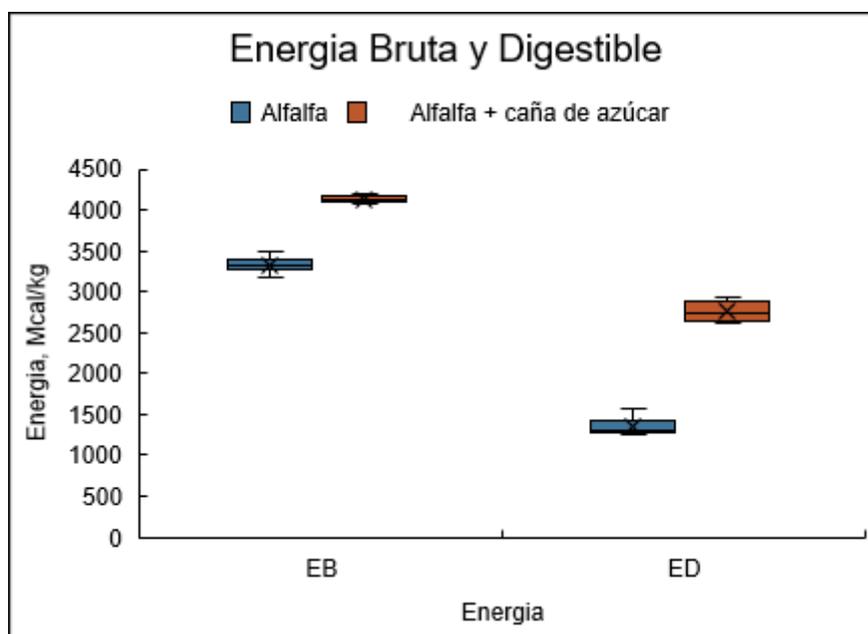
Estos resultados se correlacionan con el estudio desarrollado por Ortiz (2020) en donde ha hecho uso de toretes mestizos obteniendo el 27% de digestibilidad, el cual puede alcanzar una energía Metabolizable desde 3,8 MJ % Kg hasta 8,3 MJ% Kg.

En cuanto a la Energía digestible la alfalfa alcanzo 1351,81 Kcal/kg Ms y el tratamiento de alfalfa + caña de azúcar alcanzó los 2756,34 Kcal/kg Ms, demostrando de esta manera que la mejor energía digestible se alcanzó con el tratamiento de alfalfa + caña de azúcar. Las necesidades del cuy en términos generales de energía digestible ED es de 3000-3250 Kcal/kg de MS se puede observar que en el presente estudio la ED alcanza valores de 3410 Kcal/Kg de MS. Los cuyes responden eficientemente

al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 70,8 % que con 62,6 % de NDT (Carrasco, 1969).

Figura 19

Gráfico blox-plot de los nutrientes digestibles totales (TDN) presentes en las heces de cuyes



Nota. La Tabla muestra el análisis de la digestibilidad de la alimentación de los cuyes puestos a investigación.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Tanto en la etapa de crecimiento como en la etapa de engorde de cuyes, el reemplazo de niveles de caña de azúcar (0,10,15,20 y 25%) al suministro de Alfalfa no influencio sobre las diferentes variables evaluadas consumo de alimento (g), peso (g), incremento de peso (g), conversión alimenticia y mortalidad (%).
- Económicamente el tratamiento más funcional constituyo el Tratamiento T4 que corresponde al reemplazo de alfalfa con caña de azúcar en un 25%, por presentar una mejor Relación Costo/Beneficio, esto se debe a que, a una mayor inclusión de caña de azúcar, consumieron menos alfalfa que era uno de los componentes más caro.
- Si bien el tratamiento T4 (sustitución del 25% de la alfalfa con caña de azúcar) se presentó como la mejor alternativa económica, este tratamiento en relacional T0 (sin caña de azúcar), presento menores contenidos de cenizas y proteína mientras que la Fibra y Extracto Libre de Nitrógeno se incrementaron, estos cambios no influenciaron sobre el peso del animal faenado.

Recomendaciones

- Se recomienda validar el tratamiento T4 (sustitución del 25% de la alfalfa con caña de azúcar), pues en cada localidad este tratamiento puede incrementar el costo por la distancia para obtener la caña de azúcar).
- En los sitios donde se puede disponer fácilmente caña de azúcar se recomienda la utilización del Tratamiento T4 (sustitución del 25% de la alfalfa con caña de azúcar) por ser el más funcional económicamente.

Bibliografía

- Abad Guamán, R. M. (2015). *Identification of the method to quantify soluble fibre and the effect of the source of fibre on the ileal and faecal digestibility of soluble and insoluble fibre in rabbits = Identificación del método para cuantificar la fibra soluble y el efecto de la fu.*
- Abad, R., & Jumbo, M. (2019). *Evaluación del efecto del nivel de fibra insoluble en la digestibilidad fecal en cuyes de ceba en la Quinta Experimental Punzara.* [Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22274>
- Acosta, Y. (2008). *Diferente sistema de alimentación en cuyes (Cavia porcellus) de engorde con la utilización de insumos alimenticios producidos en la Selva Central* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2889?show=full>
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2011). *Caña de azúcar, análisis de la cadena de valor en Concepción y Canindeyú. Acdi Voca, 46.* https://2012-2017.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/cana_de_azucar.pdf
- Aguirre, J. (2008). *Determinación De La Composición Química Y El Valor De La Energía Digestible a Partir De Las Pruebas De Digestibilidad En Alimentos Para Cuyes.* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1502>
- Andrade, L. (2020). *Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (Cavia porcellus).* [Universidad Central del Ecuador]. <https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/218>
- Apráez, E., Escobar, E., & López, A. (2001). *Digestibilidad del pasto kikuyo (Pennisetum claudetinum) bajo un sistema de labranza mínima y fertilización orgánica y/o mineral. Revista de Ciencias Agrícolas.*

Aranda, M., Ramos, J., Mendoza, M., Salgado, G., & Bueno, S. (2018). Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la alternativa para los periodos de sequía. *Engormix*, 1.

Armuelles, M., & Simití, Y. (2010). *Evaluación del suplemento Minelaza®ADE en cerdos durante las etapas de desarrollo y final* [Zamorano]. https://silo.tips/queue/evaluacion-del-suplemento-minelaza-ade-en-cerdos-durante-las-etapas-de-desarroll?&queue_id=-1&v=1676468221&u=MjgwMDpiZjA6ODFIMzpmMDc6MTlhMzpkNmUwOmE4M2I6MzY1MA=
=

Ávalos, C. (2011). *Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80%) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1181>

Avalos Sanchez, C. del R. (2010). *Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80%) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes*.

Bolognini, G. (2011). La Caña De Azúcar Como Alimento Para El Ganado Vacuno En Argentina. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1, 2. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Cania_azucar/14-EN_ARGENTINA.pdf

Briceño, J. V. (2016). *Caña de azúcar para el engorde de cerdos*. Engormix.

Buri, T. (2013). *Digestibilidad del raygrass (Lolium perenne) en diferentes estados fenológicos para la alimentación de cobayos (Cavia porcellus) en la hoya de Loja*. [Universidad Nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5376/1/DIGESTIBILIDAD%20DEL%20RAYGRASS%20%28Lolium%20perenne%29%20EN%20DIFERENTES%20ESTADOS%20FENOL%C3%>

93GICOS%20PARA%20LA%20ALIMENTACI%C3%93N%20DE%20COBAYOS%20%28cavia%20porcellus%29%20EN%20LA%20HOYA%20DE%20LOJA.pdf

Caravaca, R. (2012). Introducción a la alimentación y racionamiento animal. In *Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal* (p. 18).

[http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentación _Animal.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_de_Animal.pdf)

Carrasco. (1969). Utilización de tres raciones en el crecimiento y engorde de cuyes. *La Molina*.

Carvajal, J., & Vivas, N. (2008). Evaluación del reemplazo parcial del forraje *Axonopus* sp por *Saccharina rustica* en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(3), 275–277.

Castro, H. (2002). *Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector Rural*. Benson Agriculture and Food Institute.

Caycedo, A; Almeida, D; Córdoba, S. (1995). Digestibilidad aparente de los forrajes (*Pennisetum clandestinum*), vaina de haba (*Vicia faba*), ramio (*Bohemeria nivea*) y king grass (*Sacharum sinense*) en cuyes tipo carne (*Cavia porcellus*). *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*., 83.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador. (1991). *Caña de azúcar*.

http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Cazuc_01/Cazuc.html.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador. (2013). *La Caña de Azúcar Del Ecuador*.

<https://cincae.org/>

Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. 1–120.

- Chauca, L., Higaonna, R., & Muscari, J. (2008). *Caracterización productiva de cuyes reproductoras Perú PPC*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.
- Chauca, Lilia., Higaona, Rosita., & Muscari, Juan. (1997). *Producción de cuyes (Cavia Porcellus)*. Instituto Nacional de Investigación Agraria La Molina, Perú.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9470%0Ahttp://www.fao.org/3/w6562s/w6562s01.htm%0Ahttp://www.fao.org/3/w6562s/w6562s04.htm%0Ahttp://www.fao.org/3/W6562S/w6562s03.htm>
- Chaves, M. (2008). Uso de caña de azúcar como forraje. *Sitio Argentino de Producción Animal 1 de 12*, 10, 45–50.
- Collaguazo, A. (2009). *Utilización de Forraje de Caña de Azúcar más Urea, Suplementada con (Maíz, Salvado de Trigo, Norgold), en Sistemas de Crecimiento - Ceba con Toretos Mestizos Holstein Estabulados* [Escuela Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1274/1/17T0948.pdf>
- Condori, A. (2014). *Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (Cavia porcellus) con exclusión de forraje* [universidad Agraria la Molina].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2371/L02-C655-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa, H. (2008). Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 61(2), 4654–4657.
<https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915376017.pdf>
- Di Marco, O. (2007). Conceptos De Crecimiento De Vacunos Aplicados a La Producción De Carne. *Unidad Integrada Balcarce INTA-FCA*, 1, 3–3.

- Dihigo, L., Lourdes, S., Hernández, Y., Domínguez, M., & Martínez, M. (2008). Caracterización físico-química de las harinas de morera (*Morus alba*), pulpa de cítrico (*Citrus sinensis*) y harina de caña (*Saccharum officinarum*) para la alimentación de los conejos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(1), 2–6.
- Dilger, R., Morillo, A., Nebot, E., & Solanes, X. (2020a). La caña de azúcar como alimento para el ganado vacuno. *Nutrínnews*, 1, 1–2.
- Dos Santos, M., Perea, J., Gómez, G., Ruiz, Z., & Garcia, A. (2017). Fermentative parameters and chemical composition of silages of the different products in microsilos. . In Universidad Estatal De Bolívar (Ed.), *IV International Congress of Sciences, Technology, Innovation and Entrepreneurship*. (pp. 325–337).
- Duarte, O. (2010). *Evaluación de ensilado de Napier (*Pennisetum purpureum* var. *Schum*) con tres niveles de sustitución de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)*, [Universidad de San Carlos de Guatemala.]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12408/1/19%20Z%20T-1445-795-DUARTE.pdf>
- Espinoza, A. (2017). *Digestibilidad de nutrientes y energía digestible de torta de soya (*Glycine max*) en juveniles de sábalo cola roja (*Brycon erythropterum*)* [Universidad Agraria la Molina]. <https://1library.net/document/ynmdo10z-digestibilidad-nutrientes-energ%C3%ADa-digestible-glycine-juveniles-brycon-erythropterum.html>
- Estrada, J., Villa, N., & Henao, F. (2015). Digestibilidad de un ensilaje de caña de azúcar con porcinaza, y su evaluación en un sistema bovino de doble propósito. *Pastos y Forrajes*, 38(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000400006

- Fernández, M., & Gómez, C. (2010a). Utilización De Forrajes No Tradicionales: Cogollo Fresco De Caña De Azúcar En La Alimentación De Vacas Lecheras. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1, 2. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Cania_azucar/13-forrajes_no_tradicionales.pdf
- Fernández, M., & Gómez, C. (2010b). Utilización De Forrajes No Tradicionales: Cogollo Fresco De Caña De Azúcar En La Alimentación De Vacas Lecheras. *Ww.Produccion-Animal.Com.Ar*, 1–2.
- Fernández, Y., Ramírez, H., Pedraza, R., Guevara, R., Llanes, A., Montalvan, J., Torres, I., & Noy, A. (2014). Uso de la caña de azúcar (*saccharum spp.*) como alimento animal en el municipio Carlos Manuel de Céspedes. *Revista Centro Azúcar*, 41(2). http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/251
- Franz, R., Kreuzer, M., Hummel, J., Hatt, J., & Clauss, M. (2011). Intake, selection, digesta retention, digestion and gut fill of two coprophageous species, rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and guinea pigs (*Cavia porcellus*), on a hay-only diet. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 1, 564–570.
- Garcés, S. (2003). *Efecto del Uso de la Cuyinaza más Melaza en el Balanceado en la Alimentación de Cuyes* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40000>
- Guacho, M. (2012). *Valoración Energética de Diferentes Tipos de Balanceado Utilizados en la Alimentación de Cuyes (Cavia porcellus)* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1380#:~:text=El%20balanceado%20que%20conten%C3%ADa%2018,kcal%2Fkg%20de%20materia%20seca%2C>

- Idrobo, E., Boada, K., Falconí, P., & Ponce, C. (2015). *Efectos de dos tipos de dietas y un producto de levaduras en el rendimiento, digestibilidad de nutrientes, morfología intestinal y composición de la carcasa de cuyes (Cavia porcellus)* [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/29>
- Imba, E., & Tallana, L. (2011). *Aceptabilidad del bagazo de caña, rastrojo de maíz y tamo de cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maíz en cobayos de engorde (cavia porcellus) en la granja La Pradera-Chaltura* [Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/778>
- Instituto Nacional de Encuestas y Censos. (2022). *Encuesta de superficie y producción continua*.
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. (2002). *Crianza de cuyes. Mayor de San Simón*.
- Jiménez, J. (2016). *Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (Cavia porcellus)*. Universidad Nacional José María Arguedas.
- Juárez, F., Vilaboa, J., & Díaz, P. (2009). *La caña de azúcar (Saccharum officinarum): una alternativa para la sustitución de maíz (Zea mays) en la alimentación de bovinos de engorda. Engormix*.
- Jumbo Sari, M. C. (2019). *Evaluación del efecto del nivel de fibra insoluble en la digestibilidad fecal en cuyes de ceba en la quinta experimental punzara*.
- Llánez, D. (2012). *Desarrollo técnico-económicamente viable de harinas forrajeras predigeridas y enriquecidas proteicamente a partir del bagazo de la caña de azúcar*. Instituto Politécnico Nacional.

Ly, J., Almaguer, R., Castro, M., Cruz, E., García, B., & Delgado, E. (2012). Salida fecal y balance de N en cerdos alimentados con dietas de melaza basadas en harinas de soya o miel proteica como fuente de proteína. *Zootecnia Tropical*, 30(1).

Manríquez, J. (1994). La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. *Proyecto Aquila*, 1.

Maza, T., & Nero, G. (2017). *Digestibilidad in vivo de saccharina rústica con diferentes niveles de urea para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)* [Universidad Nacional de Loja].
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/18779#:~:text=La%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20de%20la,en%20el%20organismo%20del%20cuy.>

McDonald's, G. (1999). Nutrición Animal. *Zootecnia General*.

Mejía, H. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Sistema de Información Científica*, 12(3), 56–63.

Mena, A., Elliott, R., & Preston, T. R. (1981). Sugar cane juice as an energy source for fattening pigs. *Tropical Animal Production*, 6(4), 338–344.

Montenegro, B. (2021). *Alternativas de alimentación de rumiantes en el trópico húmedo* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/643/1/Libro_1_ALTERNATIVAS_DE_ALIMENTACION_DE_RUMIANTES_EN_EL_TROPICO_ECUATORIANO.pdf

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 de Investigación Pecuaria*, 1(1).

National Research Council. (1978). Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient requirements of laboratory animal. *National Academy Press*, 59–59.

National Research Council. (1996). Requerimientos Nutricionales del Cuy. *National Academy Press*.

Nero, G. (2017). *Digestibilidad in vivo de Saccharicha rústica con diferentes niveles de úrea para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)*. [Universidad Nacional de Loja].

https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18779/1/GEOVANNA_FERNANDA_NERO_GRANDA.pdf

Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C., & Ly, J. (2008). Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*, 20(1).

N.R.C. (1995). Nutrient Requirements of Laboratory Animals,. In *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*,. <https://doi.org/10.17226/4758>

Nuñez, F. (2012). *Evaluación de Cuatro Relaciones de Energía Digestible / Proteína (216, 173.3, 144.4 y 123.8) en Crecimiento - Engorde de Cuyes* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1511>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1972). Revista mundial de Zootecnia. *Biblioteca Digital, Naciones Unidas*.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1991). *Caña de Azúcar*.

Ortiz, M. (2020). *Sustitución del Balanceado por el Bagazo de Caña Enriquecido en la Alimentación de Cuyes en Crecimiento y Engorde* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<https://biblioteca.esPOCH.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=43252>

Osorio, E., Giraldo, J., & Narváez, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Vet.Zootec*, 6(1), 87–97.

<http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a09.pdf>

Parra, J., & Gómez, A. (2009). Vista de Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina.pdf. *Rev.MVZ Córdoba*, 14(1), 1–9.

Pond, W., Church, D., Pond, K., & Schoknecht, P. (2004). *Basic Animal Nutrition and Feeding* (5th ed.).

Pond, W., Church, D., Pond, K., & Schoknecht, P. (2005). *Basic Animal Nutrition and Feeding* . 5th Edition. In *Basic Animal Nutrition and Feeding*.

Quispe, F. (2018). *Evaluacion del efecto de la vitamina C (sintetica natural) en la etapa de crecimiento de cuyes (Cavia aparea porcellus) en la Estacion Experimental Patacamaya*. Universidad Mayor de San Andrés.

Real Academia de la Lengua Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23 Th).

Ríos, R. (2011). *Uso de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento*. [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].

https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3846/Roger_Tesis_Titulo_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, M. (2015). *Efecto del Tamaño de Partícula de Forraje en la Alimentación de Cuyes en Recría Sobre los Parámetros Productivos*. Universidad Nacional Del Altiplano.

Sakaguchi, E., & Ohmura, S. (1992). Fibre digestion and digesta retention time in guinea-pigs (*Cavia porcellus*), degus (*Octodon degus*) and leaf-eared mice (*Phyllotis darwini*). *Comp Biochem Physiol Comp Physiol*, 103(4), 787–791.

- Salazar, J., Trejo, L., Valdez, A., Sentíes, H., Rosas, M., Gallegos, J., Crosby, M., & Gómez, F. (2017). Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. *Revista Agroproductividad*, 10(11), 70–75.
- Salcedo, E. (2018). *Evaluación nutricional del trébol nativo (Trifolium amabile K.) en cuyes (Cavia porcellus L.)* [Universidad Nacional del Altiplano (Perú)].
[https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-nutricional-del-tr%C3%A9bol-nativo-\(Trifolium-Herrera-Pa%C3%BAI/7b09e428b9de5470237d64ded464392940b3](https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-nutricional-del-tr%C3%A9bol-nativo-(Trifolium-Herrera-Pa%C3%BAI/7b09e428b9de5470237d64ded464392940b3)
- Sarango, J., & Ordóñez, R. (2012). *Determinación de la digestibilidad aparente del maní forrajero (arachis pintoi), en cobayos en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe*. Universidad nacional de Loja.
- Vargas, L., Ku-Vera, J., Vargas, F., & Medina, S. (2005). Evaluación de un sistema ruminal basado en caña de azúcar mediante un modelo dinámico mecanístico. *Interciencia*, 30(7), 424–430.
http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442005000700008&script=sci_abstract
- Vargas-Villamil, L., Ku-Vera, J., Vargas-Villamil, F., & Medina-Peralta, S. (2005). Evaluación de un sistema ruminal basado en caña de azúcar mediante un modelo dinámico mecanístico. *Interciencia*, 30(7).
- Vera, J., Medranga, T., & Siguencia, J. (2021). Caracterización nutricional de los residuos orgánicos en la caña de azúcar del cantón La Troncal Nutritional characterization of organic residues in the sugar cane of La Troncal cantón. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(2).
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/441/4412286013/index.html>
- Villacrés, B. (2012). *Evaluación de cuatro dietas en la etapa de crecimiento - engorde de Cuyes (Cavia porcellus) machos utilizando como base gramalote (Axonopus Scoparius) más: Desmodium (*

- Desmodium Ovalifolium*), Maní forrajero (*Arachis Pintoi*) y un concentrado comercial (Cunimentos). [Universidad Estatal Amazónica]. <http://201.159.223.17/handle/123456789/42>
- Villalobos, M., & Durán, J. (2011). la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y su uso en la ganadería. *Medicinal Plants of the World, Volume 3*, 437–459. https://doi.org/10.1007/978-1-59259-887-8_13
- Villar, J. (2010). Alimento animal y energía de la caña de azúcar. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 43(1).
- Vivas, J., & Carballo, D. (2013). *Especies alternativas manual de crianza de cobayos*. Universidad Nacional Agraria.
- Yamada, G., Bazán, V., & Fuentes, N. (2019). Comparison of productive parameters of two Guinea pig meat lines in the central coast of Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú*, 30(1).
- Yáñez, M. (2013). *Evaluación de dietas con tres niveles de bagazo de caña de azúcar para engorde de cuyes en llactayo grande, cantón Latacunga*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Zugarramurdi, A., Parín, M., & Lupín, H. (1998). Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*.
- Zúñiga, R., Castro, G., & Calderón, C. (2017). *Efecto de la caña de azúcar en dietas para cuyes en la etapa de crecimiento, engorde, gestación y lactancia* [Universidad del Azuay]. <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:datos-7292>

Apéndices