



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
Indio Hatuey

Tesis en Opción al título de Master en Pastos y Forrajes

**Comportamiento de los indicadores productivos y de salud en
Cavia porcellus L. (Cuy) alimentados con cinco especies
forrajeras en la región del Austro Ecuatoriano**

Autor

Ing. Wilson Geovanny Macancela Urdiales

Tutor

Dr. C. Mildrey Soca Pérez

Dr. C. Tania Sánchez Santana

Matanzas, Cuba

2019

**La agricultura es la profesión propia del sabio,
la más adecuada al sencillo y la ocupación más digna
para todo hombre libre.**

Cicerón

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este trabajo. En especial a una maravillosa persona que, sacrificando muchas cosas imprescindibles para ella, no escatimo tiempo ni recursos y a la cual no alcanzaran los miles de agradecimientos que les haga a ella y su familia, a la cual la considero como mía. A la *Dr. C. Mildrey Soca Pérez*.

Ruego me disculpen si alguna persona no está dentro de este agradecimiento, sepan Ustedes, que están presentes:

A mi hermana *Claudia*, gracias a su constancia llegué a esta maestría.

A la *Dr. C. Tania Sánchez Santana* por su guía en la culminación de esta investigación.

A mi hermana *Margorie* por su sacrificio en mis prolongadas ausencias.

A mi hermana *Patricia* por su guía y constancia permanente.

A mi hermana *Karla* al ayudarme a comprender el valor de la constancia, la tenacidad y el compromiso ante las cosas importantes.

A mi hermana *Lupe*, por su ejemplo de valorar las cosas importantes de la vida.

A mis padres *Angelina* y *Orlando*, por ayudarme a forjar en la sencillez y el trabajo.

A *Manuel Martínez*, al enseñarme que lo importante es el camino.

A *René* y *Marina*, que me enseñaron que con apoyo todo es posible.

Al Comité Académico y el claustro de profesores del Programa de la Maestría en Pastos y Forrajes por todos los conocimientos adquiridos.

A la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey* de la Universidad de Matanzas, que me acogió como un miembro más de su colectivo.

A la Estación Experimental del Austro, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al *Ing. Maximiliano Ochoa*, por su apoyo para la culminación de las investigaciones relacionadas con la morfometría de los órganos.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, Ecuador por su apoyo en el desarrollo de las investigaciones en especial a *Jessica Merecí*.

A la clínica veterinaria de la ciudad de Cuenca, Ecuador por el apoyo para el desarrollo de los estudios hematológicos.

A mis compañeros y amigos, por transcurrir esta etapa de mi vida con tan distinguidas personas.

A todos los trabajadores del hotel y el restaurante de la EEPF *Indio Hatuey*, por sus atenciones.

A Rosa por su ayuda en la alimentación en la fase experimental.

A Walter por estar siempre pendiente de las observaciones en el galpón.

A Alfredo presto siempre a traer los alimentos cuando estos faltaban.

A la *Lic. Rosa María Rodríguez Calle* y el equipo del laboratorio de Análisis Químico de la EEPF *Indio Hatuey*, por los análisis bromatológicos.

Al *MSc. Héctor Santana Lorenzo* por su valiosa ayuda en los cálculos de los méritos económicos de la investigación.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme tener una familia que siempre creyó en mí y gracias a mi familia por ser la motivación para cada día llegar más lejos en mi vida y carrera profesional.

Esto sin duda fue un gran logro para mi vida como estudiante y en gran parte influyó para ser el profesional en el que hoy me convertiré, pero más que enfocarme en mis logros, deseo enfocarme en todos los sacrificios que debió realizar mi familia para poder permitirme desarrollar con tales beneficios toda mi carrera.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de los indicadores productivos y de salud en *Cavia porcellus* L. en la etapa crecimiento-engorde alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro Ecuatoriano, se desarrolló la presente investigación en la finca Gupancay, situada en el cantón Gualaceo, provincia del Azuay, Ecuador. Se aplicó un diseño experimental totalmente aleatorizado con cinco tratamientos, que se correspondieron con las especies evaluadas: T1-*Medicago sativa* L., T2-*Alnus acuminata* Kunth, T3-*Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado, T4-*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray y T5-*Saccharum officinarum* L. + balanceado. La duración del período experimental fue de cuatro meses. Las dietas se formularon con las especies forrajeras y el alimento concentrado, en relación 70-30 % para todos los tratamientos. Se utilizaron 15 cuyes machos, al destete, similares en edad y peso, de la raza mestiza. Las investigaciones comprendieron el estudio de los indicadores productivos (peso vivo, ganancia media diaria, conversión alimentaria), la caracterización de los indicadores de la canal (peso al sacrificio, peso de la canal caliente y fría, rendimiento de la canal), estudios morfométricos (peso de los órganos), hematológicos (hematocrito, eritrocitos, leucocitos, glucosa, albúminas, proteínas totales) y una valoración bio-económica de las especies forrajeras utilizadas. El mejor comportamiento para las variables ganancia de peso, conversión alimentaria y rendimiento de la canal se obtuvieron en los tratamientos que incluyeron *M. sativa* y *T. diversifolia* en la dieta de los cuyes. Estas especies forrajeras tuvieron un porcentaje de proteína bruta por encima del 20 %. Los indicadores de la canal mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con los mejores resultados para ambas especies y rendimientos superiores al 74 %. El estudio morfométrico solo mostró diferencias significativas para el peso del hígado, el intestino delgado y grueso. El análisis bio-económico señala a *T. diversifolia* como una especie con alto potencial para la alimentación de los cuyes en la región.

Palabras claves: *cuy, forrajes, austro ecuatoriano, crecimiento, morfometría.*

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	1
Problema científico.	2
Hipótesis de trabajo.	3
Objetivo general.	3
Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
I.1. La producción de Cuy en América Latina: Origen, distribución, importancia y perspectiva de la especie.	4
I.2. Características morfo-fisiológicas de la especie <i>C. porcellus</i> L.	6
I.2.1. Características generales.	6
I.2.2. Anatomía y fisiología digestiva del cuy.	7
I.2.3. Características reproductivas del cuy.	10
I.3. Sistemas de crianza y alimentación de cuyes.	11
I.3.1. Sistemas de crianza.	11
I.3.2. Requerimientos nutricionales de la especie.	13
I.3.3. Sistemas de alimentación en cuyes.	15
I.4. Uso de gramíneas y plantas forrajeras en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.	17
I.5. Características nutricionales y producción de biomasa de las especies evaluadas.	20
I.5.1. <i>Medicago sativa</i> L. (Alfalfa).	20
I.5.2. <i>Alnus acuminata</i> Kunth (Aliso).	20
I.5.3. <i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) vc. Morado.	21
I.5.4. <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray (Botón de oro).	22
I.5.5. <i>Saccharum officinarum</i> L. (Caña de azúcar).	23
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	24
II.1. Lugar de la investigación.	24
II.2. Características del área de investigación.	25

Contenido	Página
II.3. Tratamiento y diseño experimental.	25
II.4. Características y manejo de las especies forrajeras.	26
II.5. Manejo y alimentación de los animales.	27
II.6. Variables medidas.	29
II.6.1. Indicadores productivos.	29
II.6.2. Indicadores de la canal.	31
II.6.3. Indicadores de salud animal.	32
II.7. Valoración bio-económica.	35
II.8. Análisis estadísticos.	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
III.1. Comportamiento de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras en la etapa de crecimiento-engorde.	36
III.2. Evaluación de los indicadores morfométricos y de la salud animal.	51
III.3. Valoración bio-económica de la alimentación.	61
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
I.1. Requerimientos nutritivos de los cuyes de acuerdo a las etapas fisiológicas del ciclo productivo.	14
I.2. Comportamiento productivo de cuyes en la región andina con diferentes estrategias de alimentación.	19
II.1. Datos climáticos durante la etapa experimental.	25
II.2. Distribución de los alimentos según las etapas experimentales.	28
II.3. Composición bromatológica del concentrado, %.	29
II.4. Valores referenciales para la hematología del cuy.	34
II.5. Valores referenciales para la química sanguínea del cuy.	34
III.1. Composición bromatológica de las especies forrajeras, %.	36
III.2. Comportamiento de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras.	42
III.3. Comportamiento del peso al sacrificio en los animales, g.	47
III.4. Rendimiento de la canal de los animales para las especies forrajeras evaluadas.	49
III.5. Peso de los órganos blancos en los cuyes para los tratamientos evaluados, g.	52
III.6. Peso de los órganos rojos en los cuyes para los tratamientos evaluados, g.	55
III.7. Indicadores hematológicos.	57
III.8. Indicadores químicos en sangre.	59
III.9. Retribución económica de las especies evaluadas.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
II.1. Foto satelital de la finca.	24
II.2. Mapas correspondientes a la ubicación geográfica.	24
II.3. Imágenes de las instalaciones.	27
II.4. Proceso de faenado en los animales.	31
II.5. Toma de muestras de sangre.	33
III.1. Aprovechamiento del forraje de las especies evaluadas por los animales durante las etapas de crecimiento-ceba, %.	38
III.2. Efecto de las especies forrajes en el comportamiento del peso vivo de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.	40
III.3. Peso de la canal caliente y fría en cuy para las especies forrajes evaluados.	48
III.4. Principales causas de morbilidad en los animales, %.	60

ABREVIATURAS

Símbolo	Nombre
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador
EEPF-IH	Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey
a.C	Antes de Cristo
d.C	Después de Cristo
%	Por ciento
msnm	Metros sobre el nivel del mar
°C	Grados Celsius
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
cm	Centímetros
mm	Milímetros
mm ³	Milímetros cúbicos
t	Toneladas
kg	Kilogramos
g	Gramos
mg	Miligramos
kcal/kg	Kilo calorías por kilogramo
mL	Mililitros
mg/dl	Miligramos por decilitro
Sep.	Septiembre

Símbolo	Nombre
Oct.	Octubre
Nov.	Noviembre
Dic.	Diciembre
Ene.	Enero
Feb.	Febrero
NRC	National Research Council (Consejo Nacional de Investigación)
AOAC	Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (traducción de sus siglas en ingles)
MS	Materia seca
MV	Materia verde
MO	Materia orgánica
PB	Proteína bruta
PT	Proteína total
FB	Fibra bruta
FC	Fibra cruda
FDN	Fibra detergente neutro
ED	Energía Digestible
CEN	Ceniza
Ca	Calcio
P	Fosforo
Mg	Magnesio
K	Potasio
Vitamina C	Ácido ascórbico

Símbolo	Nombre
DMO	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica
KOH	Hidróxido de potasio
NI	Nivel de inclusión
CA	Conversión alimentaria
ICA	Índice de conversión alimentaria
RC	Rendimiento de la canal
ID	Intestino delgado
IG	Intestino grueso
cv.	Cultivar o variedad
sp.	Especie
g/animal/día	Gramos por animal por día
g/animal ⁻¹ día ⁻¹	Gramos por animal por día
g/animal/período	Gramos por animal por período
MS animal ⁻¹	Materia seca por animal
t/MS/año	Toneladas de materia seca por año
t/ha/año	Toneladas por hectárea por año
t/MS/ha/año	Toneladas de materia seca por hectárea por año
t/MS/ha/corte	Toneladas de materia seca por hectárea por corte
t/ha	Toneladas por hectáreas
ppm	Partes por millón
rpm	Revoluciones por minutos
\$	Pesos
\$/kg	Pesos por kilogramos

Símbolo	Nombre
\$/animal	Peso por animal
Sig.	Nivel de significación
NS	No significativo
R ²	Coefficientes de determinación
®	Marca registrada

INTRODUCCIÓN

La palabra 'cuy' viene del quichua quwi y se conoce como cuye, cuyi, cuyo, cuilo o cuis en varios países latinoamericanos. El cuy es un roedor muy dócil y de fácil manejo. Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y una alimentación versátil, que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos. El cuy es una opción viable para la producción de carne, debido que consume de forrajes y tiene una alta precocidad (Burgos *et al.*, 2010; Yamada *et al.*, 2019).

En este sentido, la producción de cuyes en Ecuador es en general una actividad rural, donde predomina el sistema de crianza tradicional – familiar. Constituyen uno de los platos más tradicionales de los Andes ecuatorianos y su elaboración representa una fuente de trabajo para cientos de campesinos. De ahí que sea considerado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como una fuente de seguridad alimenticia de la población mundial de escasos recursos económicos (Meza-Bone *et al.*, 2014; Rosales-Jaramill *et al.*, 2018).

La población estimada es de 15 millones de cabezas de cuy, la misma que por muchos años ha tenido un crecimiento muy lento debido a la poca importancia que el estado ecuatoriano ha dado a esta producción pecuaria, por lo que la producción cavícola ha sufrido de carencia de soporte técnico, falta de recursos para realizar investigación y por lo tanto generar tecnología apropiada para poder sustentar y mejorar los índices de productividad (Agronegocios, 2013; Paillacho-Sánchez, 2017).

Los cuyes son animales monogástricos, herbívoros y su fisiología digestiva se caracteriza por una fermentación post gástrica cecal (Canto *et al.*, 2018). En este sentido, diversos trabajos de investigación han sido desarrollados en la alimentación del cuy (Choez y Ravillet, 2018) para evaluar sus efectos en los parámetros productivos: tasa de preñez y de partos, tamaño de la camada, morbilidad, peso posparto de las madres, tasa de crecimiento para engorde, peso al sacrificio y calidad de la canal, entre otros.

La alfalfa fresca (*Medicago sativa* L.), la cebada (*Hordeum vulgare* L.), la avena (*Avena sativa* L.) y el trigo (*Triticum vulgare* L.) constituye la base principal de la alimentación del

cuy, ya que aportan importantes cantidades de energía y proteína a la dieta (Cayotopa-Quintana, 2017; Velásquez *et al.*, 2017). Sin embargo, se han desarrollado diversos trabajos de investigación buscando obtener alimentos adecuados a sus requerimientos nutritivos para lograr óptimos niveles de producción. Entre ellos se encuentran el uso de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales (Meza-Bone *et al.*, 2014), el forraje seco de mucuna (*Stizolobium deeringianum* L. Medik.) (Valenzuela, 2015), el empleo de las raíces y el follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) (Paillacho-Sánchez, 2017), la inclusión de frijol de castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como ingrediente en raciones para crecimiento-engorde (Choez y Ravillet, 2018), el uso de diferentes proporciones de harina de sangre de bovino (Bazán-García *et al.*, 2016) y los rastrojos de plantas o cultivos como la maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) (Castro-Bedriñana *et al.*, 2018), entre otros alimentos.

Según Cárdenas-Zambrano (2013) las necesidades de alimentación y nutrición de los cuyes varían de acuerdo a las etapas del ciclo de vida (lactancia, crecimiento y reproducción); sin embargo, en todas las etapas se requiere proteína, energía, fibra, vitaminas, minerales y agua. De ahí que la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes depende de las fuentes de alimentación, representando el 70 al 80 % del costo de producción (Castro-Bedriñana *et al.*, 2018). El alimento concentrado complementa una buena alimentación, pero la utilización de ingredientes tradicionales encarece los costos de la ración debido al valor de los ingredientes en el mercado (Ramírez, 2015).

Por este motivo la presente investigación pretende la evaluación de otras alternativas de alimentación de cuyes para mejorar el rendimiento productivo y económico, a partir de la utilización de especies forrajeras como: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, *Alnus acuminata* Kunth, *Saccharum officinarum* L. y *Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado, las cuales se encuentran en este piso climático y son ricos en energía y proteína.

Problema científico

Se desconoce la respuesta productiva y los indicadores de la salud animal en cuyes alimentados con estas cinco especies forrajeras durante la etapa crecimiento-engorde en el Austro Ecuatoriano.

Hipótesis de trabajo

El uso de especies de plantas forrajeras en la alimentación del cuy, mejora el crecimiento y el peso vivo de los animales, lo cual permitirá un mejoramiento en los indicadores productivos y de salud de estos.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de los indicadores productivos y de salud en *Cavia porcellus* L. (Cuy) en la etapa crecimiento-engorde alimentados con cinco especies forrajeras en la región del Austro Ecuatoriano.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de cinco especies forrajeras en el comportamiento de los indicadores productivos de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.
- Caracterizar los indicadores de la canal y el peso de los órganos en cuyes dietas a base de cinco especies forrajeras.
- Describir los indicadores hematológicos en cuyes alimentados con cinco especies forrajeras.
- Realizar una valoración bio-económica de las especies forrajeras utilizadas.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1. La producción de cuy en América Latina: Origen, distribución, importancia y perspectiva de la especie

Cavia porcellus L. (cuy) es un mamífero roedor originario de Sudamérica. Su crianza está extendida a lo largo de la cordillera de los Andes, se da fundamentalmente en el ámbito rural por ser un animal productor de carne, una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos, de fácil manejo y adaptable a diferentes ecosistemas (Chauca, 2013; Andrade-Yucailla *et al.*, 2015; Meza *et al.*, 2017).

En la escala zoológica el cuy se clasifica taxonómicamente como: Clase: Mamalia, Orden: Rodentia, Familia: Caviidae, Género: *Cavia*, incluye seis especies: *Cavia aperea*, *C. fulgida*, *C. intermedia*, *C. magna*, *C. tshudii* y *C. porcellus* (Suckow *et al.*, 2012; Robles-Ayanome, 2017).

El cuy es conocido con el nombre de cobayo, curi, conejillos de Indias, también se les denomina cobayas domésticos, aunque en lenguaje popular el término se aplica a todas las especies de cobayas, domésticas o salvajes (Lucana-Salazar, 2016).

En América Latina la crianza de cuy es común en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile. El área que ocupa Perú y Bolivia se le reconoce como el hábitat nuclear del género *Cavia*. Según Chauca, (2016) y Idrogo-Cubas (2017) existen pruebas que demuestran que el cuy fue domesticado hace más de 3 mil años.

En los estudios estratigráficos¹ hechos en el templo del Cerro Sechín (Perú) se encontraron abundantes depósitos de excretas de cuy y en el primer periodo de la cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 a.C.) ya se alimentaban con carne de cuy. Para el tercer período de esta cultura (1 400 d.C.) casi todas las casas tenían un cuyero, de la misma manera se han encontrado cerámicas, como en los huacos Mochicas y Vicus², que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana. De

¹ La **estratigrafía** es la rama de la geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias, metamórficas y volcánicas estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal, cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas.

² Cerámicas pertenecientes a la cultura arqueológica del Antiguo Perú.

ahí que constituya un precedente como marcador de los procesos de domesticación en poblaciones prehispánicas (Ríos-Zambrano, 2018).

En los países andinos existe una población estable que se estima aproximadamente en 35 millones de cuyes. En Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16 500 toneladas (t) de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar (Lucana-Salazar, 2016; Caiza-Marcillo, 2017).

La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en la casi totalidad del territorio. Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4 500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y en zonas tanto frías como cálidas (Paillacho-Sánchez, 2017).

Esta especie constituye el de mayor popularidad en la alimentación del hombre andino, está identificado con la vida y las costumbres de la sociedad indígena, donde se ha utilizado desde la medicina y hasta en rituales mágico – religiosos (Chauca, 2007). Investigaciones socioculturales desarrolladas por Archetti (1984) señalan un vasto conocimiento popular en las zonas rurales sobre la producción de cuyes en Ecuador. La población campesina y, en especial, las mujeres han criado cuyes desde mucho antes de la conquista española. Se dice que, al casarse, uno de los regalos simbólicos que recibían las mujeres era una pareja de cuyes. De ahí que, en Ecuador, la identidad femenina, el mundo doméstico y cuyes pertenecen al mismo territorio social simbólico.

Por otro lado, la carne de cuy contribuye a la alimentación y la seguridad alimentaria de la población rural (Tuquinga-Satan *et al.*, 2018), ya que posee un valioso contenido nutricional, con valores de 20,3 % de proteína animal y bajo contenido de grasa, 7,8 % (INIAP, 2014; Caiza-Marcillo, 2017).

Según Chauca (2013) los trabajos de investigación en cuyes se iniciaron en Perú en la década del 60, en Colombia y Ecuador en el 70, Bolivia en el 80 y Venezuela en el 90. Se han introducido a otros países del continente con fines experimentales y de adaptación, en Venezuela y Cuba han demostrado su adaptación a ecosistemas de trópico.

La crianza de cuyes viene presentando una mejora sustancial, gracias a los trabajos de investigación, desarrollados fundamentalmente en Perú para la obtención de razas genéticamente mejorados, que se caracterizan por su precocidad (raza Perú) y prolificidad (raza Andina) permitiendo un aumento del rendimiento de la carcasa y satisfacer las expectativas de los criadores (Chauca, 2016; Yamada *et al.*, 2019).

Estas razas o líneas genéticas de cuyes han sido introducidas en el mercado con el fin de producir carne, cruzándose con cuyes criollos, mejorando los indicadores productivos y los ingresos de los criadores; sin embargo, son escasos los registros de la producción que permitan obtener una información real de las bondades de estos cruzamientos (Meza *et al.*, 2017). Esto no facilita el desarrollo de un programa debidamente estructurado para el mejoramiento genético en los cuyes.

La crianza de cuyes es una alternativa viable para incrementar el consumo de proteína de origen animal, generar empleo, disminuir la migración, la importación de productos alimenticios y la extrema pobreza, especialmente de las zonas rurales. Desde el punto de vista económico, ha dejado de ser una actividad familiar para convertirse en una actividad comercial rentable que mejora la calidad de vida de miles de familias y contribuye al desarrollo de sus comunidades (Avilés *et al.*, 2014; Caiza-Marcillo, 2017; Gonzales-Vivas, 2018).

Estudios realizados por Lucana-Salazar (2016) señalan que la demanda para el 2024, podría incrementarse hasta en un 30 % con respecto a la producción actual. Lo que significa una nueva oportunidad para intensificar la producción y el comercio de la especie. De ahí que el mayor reto de esta actividad pecuaria es posicionar a los cuyes como una especie proveedora de proteína de alta calidad biológica, de cría rentable y amigable con el medio ambiente.

I.2. Características morfo-fisiológicas de la especie *C. porcellus* L.

I.2.1. Características generales

El cuerpo del cuy es de forma alargada, cubierto de pelo desde el momento que nace. Los machos se desarrollan más que las hembras, es difícil identificar el sexo a simple vista, se necesita cogerlos, observar e identificar sus genitales, además, posee un solo par de

mamas. El tamaño de los cuyes es variable, miden entre 20 y 25 cm de longitud y alcanzan pesos entre 0,5 y 1,5 kg (Rubio-Arias, 2018).

Es un animal bajo y compacto, con la cabeza, cuello y cuerpo fusionado en una sola unidad. Carecen de cola y sus dientes crecen continuamente durante toda su vida. Se caracterizan por la presencia de cuatro dedos en patas traseras y tres dedos en patas delanteras, la zona plantar carece de pelos y sus uñas, extremidades y orejas son cortas (Dunnum y Salazar, 2010; Río-Zambrano, 2018).

Puede vivir aproximadamente entre 5 y 7 años. Presentan un genotipo compuesto por 64 cromosomas, demuestran actividad diurna y nocturna con periodos de pasividad, por lo general son animales con un temperamento nervioso y sensible a cambios bruscos de temperatura (Chauca, 2016).

Las especies salvajes viven en madrigueras y, a veces, entre vegetación densa. Su dieta consiste en materia vegetal. La mayoría hace cría una vez al año, aunque pueden hacerlo varias veces si las condiciones ambientales son favorables (Avilés *et al.*, 2014).

Es poco lo que se conoce referente al comportamiento de los cuyes, son de temperamento tranquilo y dócil cuando son criados como mascotas. Cuando se los mantiene en colonias criados dentro de un bioterio su conducta es diferente, se muestran nerviosos (Paillacho-Sánchez, 2017).

El cuy como productor de carne, ha sido evaluado por muchos años; sin embargo, su proceder dentro de lotes es diferente, los machos en recría en la búsqueda de jerarquizarse riñen hasta ordenarse. En las peleas se lesionan la piel, bajan sus índices de conversión y las curvas de crecimiento muestran una inflexión temprana. El comportamiento de las hembras muestra mayor docilidad por lo que pueden ser manejadas en grupos de mayor tamaño (INIAP, 2014).

1.2.2. Anatomía y fisiología digestiva del cuy

El cuy es un herbívoro monogástrico, está clasificado según su anatomía gastrointestinal como un fermentador postgástrico. Tiene dos tipos de digestión, una enzimática en el estómago y otra microbiana en el ciego. Su mayor o menor actividad en el intestino grueso

depende de la composición de la ración. Esto contribuye a darle versatilidad a los sistemas de alimentación (Avalos-Sánchez, 2010; Meza-Bone *et al.*, 2014).

El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado (ID) es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego; sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso (IG) donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas (Gonzales-Vivas, 2018).

Según Sakaguchi (2003), el bolo inicia el proceso de digestión en la boca con la masticación, fragmentando el alimento en pequeñas porciones y la mezcla con la saliva para facilitar la acción de las enzimas digestivas (ácido clorhídrico, pepsina, amilasa y lipasa gástricas). Posteriormente el bolo pasa a través de la faringe y el esófago hasta llegar al estómago, que es un saco piriforme, de una coloración rosada y de textura lisa, que se caracteriza por una estructura glandular simple.

El bolo alimenticio continúa su paso hacia el intestino delgado, el cual se encuentra ubicado en el lado derecho del abdomen y tiene una longitud de 125 cm en animales adultos. Se extiende desde el orificio pilórico hasta la unión ileocecal, y se divide en tres partes duodeno, yeyuno e íleon (Gásquez y Blanco, 2004; Johnson-Delaney, 2006).

En el duodeno continúa la digestión enzimática por las secreciones entéricas, pancreáticas y biliares, además de realizarse la absorción de los compuestos digeridos como azúcares, aminoácidos, grasas, algunas vitaminas y minerales (Puente-Valverde, 2018).

El ID es una compleja estructura fisiológica conformadas por capas que poseen pliegues circulares, vellosidades y microvellosidades intestinales y criptas intestinales o de Lieberkühn, entre otras; las cuales le confieren características relevantes a este órgano, incremento la superficie interna, facilitando la digestión y absorción de nutrientes (Junqueira y Carneiro, 2006). Según Gonzalez-Vivas (2018) el intestino delgado cumple con otras funciones además de las ya mencionadas, entre las que se encuentran la

regeneración celular y la participación activa como parte del sistema inmune específico y no específico.

Después del ID se encuentra el ciego, que en los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 % del peso total de este. Tiene una función importante ya que junto al colon proximal puede contener hasta el 65 % del alimento consumido y alberga microorganismos fermentadores. Cuando el alimento llega al ciego desarrolla un patrón de movimiento de la materia digerida a través del intestino grueso caracterizado por la retención no selectiva de fluidos y partículas groseras. En el caso de cuy, no separan los fragmentos groseros de los fluidos presentes en la materia digerida una vez que llega al ciego. Esto explicaría en parte la mayor eficiencia para digerir y aprovechar la fibra en comparación con los conejos (Johnson-Delaney, 2006; Vallejos, 2014).

A pesar de los procesos ocurridos en el estómago y el intestino delgado, el alimento transita casi intacto hacia el ciego, lugar que contiene una microbiota muy compleja, cuyas enzimas tienen acción degradativa y se le conoce como digestión fermentativa. Producto de este proceso se obtienen ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana (Gonzalez-Vivas, 2018).

Otro proceso fermentativo importante en el cuy lo constituye la cecotrofia, que consiste en movimientos antiperistálticos de los surcos del colon proximal que retornan a los microorganismos desde este hacia el ciego, manteniendo así, una población microbiana cecal constante y eficiente para obtener como resultado, una retención selectiva de microorganismos. Para concluir el proceso, el material no digerido pasa al intestino grueso, sin entrar al ciego para ser excretado como material fecal (Sakaguchi, 2003; Vallejos, 2014).

La cecotrofia es una estrategia efectiva por el cual el cuy reutiliza el nitrógeno proteico y no proteico que no ha sido digerido en el intestino delgado. Además, aprovecha las proteínas de las células bacterianas presentes en el ciego y permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína (Avalos-Sánchez, 2010; Núñez-Vidal, 2017; González-Vivas, 2018).

Para que todos los procesos de digestión y fermentación en cuy sean exitosos se necesita una salud intestinal estable, la cual se garantiza a través de múltiples aspectos positivos

del tracto gastrointestinal como son: la absorción y digestión eficaz de los alimentos, una microbiota intestinal normal, ausencia de enfermedad gastrointestinal, un estado inmunitario efectivo, que permita un estado de bienestar y la expresión del potencial productivo de los animales (Ramírez, 2016; Puente-Valverde, 2018; Valdizán-García, 2018).

I.2.3. Características reproductivas del cuy

Los cuyes están fisiológicamente dotados para mantener una reproducción acelerada, legado de sus ancestros silvestres, pues para ellos la reproducción contribuía a la sobrevivencia de la especie ante las pérdidas producidas por depredación. El inicio de su vida reproductiva es a temprana edad y entre las características reproductivas se señala que alcanzan la pubertad a partir de los 45 días, el ciclo estral es de 16 días, la gestación de 68 días, el tamaño de camada de 1 a 8 y el 70 % de las hembras presenta celo a pocas horas del parto (Jiménez y Huamán, 2010; Xicohténcatl-Sánchez *et al.*, 2015; Lucana-Salazar, 2016).

Los machos manifiestan una producción continua de espermatozoides; y las hembras presencia de celo posparto, que es una característica importante de esta especie, que es aprovechada en los empadres continuos (Solorzano y Sarria, 2014). Es importante que los machos sean de mayor peso y tamaño que las hembras pues esta característica favorece la dominancia y facilita la cópula (Jiménez y Huamán, 2010).

El inicio de la pubertad en las hembras es dependiente del peso vivo y se alcanza entre los 45 a 60 días. No obstante, esta precocidad, se prefiere iniciar la etapa reproductiva cuando las hembras alcanzan el 60 % del peso vivo adulto, el cual oscila entre 800 y 900 g en cuyes mejorados, garantizando, un buen desarrollo de su aparato reproductor y la obtención de una mejor respuesta en tamaño y peso de la camada (Bazán-Blas *et al.*, 2014; Velásquez *et al.*, 2017).

En todos los sistemas de producción animal es conveniente que las nuevas reproductoras se inicien a una edad temprana, nueve semanas en el caso de los cuyes. El apareamiento debe ser posterior a la pubertad, pudiéndose acortar hasta la semana octava, si la hembra recibe una dieta balanceada; sin embargo, el empadrear hembras, con edades superiores a los cuatro meses, representa futuras complicaciones con distocias de partos ya que la

articulación ilio-sacra-pelviana está soldada, presentándose mortalidad en las madres y las crías (Rubio-Arias, 2018).

Los cuyes nacen cubiertos de pelo y con los ojos abiertos. A las tres horas son capaces de alimentarse por sí mismos. Es necesario que consuman leche materna ya que es muy nutritiva y proveerá los anticuerpos a las crías para combatir y soportar las enfermedades. El tiempo de lactancia dura 21 días, luego de este período se desteta a las crías y se pasan a otras pozas para su crecimiento y engorde. Se recomienda realizar el destete a los 28 días máximo para evitar cruces entre hijas y padres (Avalos-Sánchez, 2010).

I.3. Sistemas de crianza y alimentación de cuyes

I.3.1. Sistemas de crianza

Según Chauca (2018) se han identificado tres sistemas de producción, que se mantienen hasta la actualidad, clasificados en base a la función que cumplen dentro de la unidad productiva, a los cuales se les denomina: familiar, familiar-comercial y comercial.

Sistemas de crianza familiares

Es el sistema de crianza familiares es el de mayor difusión en los países andinos, principalmente en zonas rurales ya que permite la sostenibilidad de los pequeños productores. Se caracteriza por desarrollarse en el seno de la familia, a base de insumos y mano de obra disponibles en el hogar (Robles-Ayanome, 2017; Chauca, 2018). El manejo es de manera tradicional, donde su cuidado recae en mujeres y niños. El principal objetivo del sistema es el crecimiento del cuy para el autoconsumo (Caiza-Marcillo, 2017).

En este sentido, emplean dietas con insumos alimenticios disponibles en los hogares como gramíneas, restos de cocina, forraje de árboles y arbustos, malezas y rastrojos de cosecha, de acuerdo con la temporada y disponibilidad de los mismos (Ramos-Obando *et al.*, 2013). La crianza es en la cocina, donde se protegen de las bajas temperaturas; mientras que cuando tienen espacio construyen pequeños galpones colindantes a sus casas, aprovechando los recursos autóctonos de la zona (Núñez-Vidal, 2017; Ríos-Zambrano, 2018).

Como el manejo es rústico, son agrupados sin distinción de clase, sexo o edad, lo que genera altos niveles de consanguinidad y mortalidad en las crías por aplastamiento. Se

selecciona negativamente los reproductores, al sacrificar o vender los cuyes más grandes. Las poblaciones tienen un alto porcentaje de reproductores, pero un bajo promedio de crías al año (Matute-Orellana, 2019).

Sistemas de crianza familiar – comercial (semi-intensivo)

Son sistemas que basan la crianza a cargo de la unidad productiva familiar, por lo general poseen una población de 100 a 400 animales, emplean mejores técnicas de crianza, los cuyes se encuentran agrupados por edad, sexo, y etapa fisiológica. La producción está destinada al autoconsumo y venta.

La clase de animal utilizado para este fin, es el cuy mestizo que es apto para diferentes condiciones bioclimáticas y tiene un rendimiento superior al cuy nativo. Para el suministro de alimento se cuenta con praderas de cultivos de especies forrajeras, generalmente alfalfa, vicia, cebada y avena. De acuerdo a la disponibilidad también se recurre al uso de rastrojos de cosecha tales como: maíz, avena y cebada, en algunos casos se suplementa con concentrados (Velásquez, 2013).

Los galpones se construyen con materiales autóctonos y para ser utilizado solo en esta producción. Esta explotación demanda mano de obra y constituye una pequeña empresa que evita la emigración familiar (Matute-Orellana, 2019).

Crianza comercial (Intensiva)

La crianza comercial representa el menor porcentaje de los cavicultores y está circunscrito a áreas periurbanas. Se utilizan cuyes de líneas selectas, precoces, prolíficas y eficientes convertidores de alimento. Se manejan poblaciones desde 450 hasta 2 000 cuyes (Chauca, 2018) obteniendo una ganancia diaria de peso hasta 10 g. Es un sistema tecnológico en donde los reproductores y la recría se manejan en ambientes diferentes con instrumentos (tolvas, comederos, bebederos automáticos, cercas gazaperas y fuentes de calor en épocas de frío) y registros por etapa productiva.

El manejo adecuado, sumado a la fertilidad y prolificidad de los animales, logran una menor mortalidad. Se caracteriza porque se cambian las condiciones productivas para desarrollar crías con especies de alto rendimiento, invirtiendo en infraestructura, cultivos e

insumos especiales para alimentar a los animales, ya que la función principal es producir carne de cuy para la venta (Ríos-Zambrano, 2018).

En Ecuador, la crianza familiar-comercial y comercial es una actividad que data desde aproximadamente 15 años, es tecnificada con animales mejorados en su mayoría y con parámetros productivos y reproductivos que permiten una rentabilidad económica durante la crianza. Los índices productivos registrados indican que son susceptibles de mejoramiento. No existen problemas de comercialización, la producción se oferta bajo la forma de animales vivos para el consumo o para la cría; en general se comercializan en la misma granja a través del intermediario (Chuncho-Viñamagua, 2019).

I.3.2. Requerimientos nutricionales de la especie

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes permite poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Meza-Bone *et al.*, 2014; Velásquez *et al.*, 2017).

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y el ambiente donde se desarrolle la crianza (Cayotopa-Quintana, 2017).

No han sido muchas las investigaciones realizadas a fin de determinar los requerimientos nutricionales necesarios para los cuyes en la etapa crecimiento ceba, con la finalidad de encontrar los porcentajes adecuados de proteína, así como los de energía. Hasta la fecha son utilizados los requerimientos recomendados por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC, 2012), para animales de laboratorio (Tabla I.1).

Por su sistema digestivo el régimen alimenticio que reciben los cuyes es a base de forraje más un suplemento. El aporte de nutrientes proporcionado por el forraje depende de diferentes factores, entre ellos: la especie del forraje, su estado de maduración, época de corte, entre otros (Jiménez *et al.*, 2012).

Tabla I.1. Requerimientos nutritivos de los cuyes de acuerdo a las etapas fisiológicas del ciclo productivo.

Nutriente	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína, %	18	18-22	13-17
Energía Digestible, kcal/kg	2 800	3 000	2 800
Fibra, %	8-17	8-17	10
Calcio, %	1,4	1,4	0,8-1
Fosforo, %	0,8	0,8	0,4-0,7
Magnesio, %	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
Potasio, %	0,5-1,4	0,5-1,4	0,5-1,4
Vitamina C, mg	200	200	200

Adaptado de: Delgado (2018)

Los requerimientos de proteína total pueden variar entre 13 y 22 % dependiendo de la etapa en la que se encuentre. El aporte de fibra está dado por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes (Condori-Apaza, 2014; Avalos-Sánchez, 2010). El cuy, por ser un herbívoro fermentador postgástrico, aprovecha adecuadamente el forraje verde que cubre los requerimientos de vitaminas, minerales y agua (Núñez-Torres *et al.*, 2018); sin embargo, en un sistema de mayor exigencia productiva, como el de una crianza comercial, el forraje verde tiene limitaciones para satisfacer las demandas energéticas de los cuyes.

Todas las vitaminas participan en el desarrollo de los cuyes, pero sin duda, la más importante en su alimentación es la vitamina C, que resulta indispensable para la vida, ya que no se sintetiza ni se almacena en su organismo. En la naturaleza sus necesidades son cubiertas con la ingestión de forraje verde. El requerimiento diario de ácido ascórbico del cuy es de 20 mg por cada 100 g de alimento (Altamirano-Muñoz, 2015; Ecurra, 2017).

La vitamina C es esencial para el cuy, que carece por genética, de la enzima L-Gulonolactona oxidasa; sin la cual no se puede sintetizar a partir de la glucosa sanguínea. Esta importante vitamina interviene en la biosíntesis, para mecanismos de hidroxilación de carnitina a partir de lisina y metionina, la formación de colágeno a partir de la prolina y

lisina, ligado a la cadena de polipéptidos; y por su propiedad química para oxidarse, actúa en la respiración celular como transportador de hidrógeno (Cayetano-Roble, 2019).

La necesidad de agua de bebida en esta especie está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje en cantidades altas (más de 200 g) las necesidades de agua se cubren con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Si este alimento fuese restringido (30 g/animal/día), requiere de 85 mL de agua, siendo su requerimiento diario de 105 mL/kg de peso vivo (Jiménez y Huamán, 2010).

I.3.3. Sistemas de alimentación en cuyes

Para la cría y explotación de esta especie se hace necesario integrar aspectos importantes tales como el manejo, la higiene y una adecuada alimentación, a fin de lograr buenos índices productivos y reproductivos. Considerando su fisiología digestiva su mayor o menor actividad dependerá de la composición de la ración. Esto contribuye a darle versatilidad a los sistemas de alimentación (Meza-Bone *et al.*, 2014; Matute-Orellana, 2019). Diferentes factores intervienen en el diseño de los sistemas de alimentación en cuyes, entre ellos se encuentran la disponibilidad de alimento, los costos que estos tengan a través del año, el tipo de crianza (familiar, familiar-comercial y comercial) y las fases biológicas por las que atraviesa (gestación, lactancia, engorde). De ahí que se puedan clasificar como se describen a continuación:

Alimentación básica. Se denominan a los sistemas de alimentación que solo utiliza forraje como parte de la dieta, aprovechando la condición de herbívoro de esta especie. Según Gualoto-Lata (2018), ante el suministro de diferentes tipos de alimento, el cuy muestra siempre su mayor preferencia por los forrajes. Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento; sin embargo, las gramíneas tienen menor valor por lo que resulta ideal la combinación de ambas especies. Un cuy puede consumir alrededor del 40 % de su peso vivo en materia seca (Quintana *et al.*, 2013), que de conjunto con otras estrategias de alimentación como la cecotrofia y la coprofagia le permite hacer un máximo aprovechamiento de los alimentos fibrosos (Sakaguchi, 2003).

Alimentación mixta. Se denomina alimentación mixta al suministro de forraje y balanceado. En la práctica, la dotación de concentrados no es permanente, cuando se efectúa puede

constituir hasta un 40 % del total de toda la alimentación. Este alimento puede remplazar deficiencias nutricionales que presentan los pastos y forrajes que el cuy recibe como dieta básica, y es importante en caso de escasez de pastos o cuando se trabaja con sistemas de crianza intensiva de los animales (Núñez-Vidal, 2017).

Alimentación con balanceado. Estos sistemas se caracterizan por utilizar solo alimentos balanceados (concentrados a base de cereales). Los consumos por animal/día pueden oscilar entre 40 o 60 g dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje de fibra debe ser entre 9 – 18 %. En lo posible, el alimento balanceado debe ser peletizado, ya que hay un mayor desperdicio en las raciones en polvo y repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia. El cuy, en su proceso de digestión, no sintetiza vitamina C; por lo tanto, en este tipo de alimentación, se debe administrar de forma directa, disuelta en agua (Núñez-Vidal, 2017). El alimento concentrado permite una buena alimentación, pero la utilización de ingredientes tradicionales encarece los costos de la ración debido a que, generalmente, tienen un alto costo en el mercado (Moncayo, 2012; Ramírez, 2015), debiéndose buscar insumos alternativos accesibles desde el punto de vista económico y nutricional (Choez y Ravillet, 2018).

De manera general el suministro de alimento debe efectuarse al menos dos veces al día (30 – 40 % del consumo en la mañana y 60 – 70 % en la tarde). El forraje no debe ser suministrado inmediatamente después del corte, porque puede producir problemas digestivos (Timpanismo³³); se recomienda orearlo en la sombra unas dos horas antes de suministrarlo a los animales (Rico y Rivas, 2003).

Otro aspecto importante en la alimentación de los cuyes es la regulación del consumo voluntario, el cual lo realiza en base al nivel energético de la ración. Una dieta más concentrada en carbohidratos, grasa y proteínas determinan un menor consumo. La diferencia en consumos puede deberse a factores palatables; sin embargo, no existen pruebas que indiquen que la mayor o menor palatabilidad de una ración tenga efecto sobre el consumo de alimento a largo plazo en esta especie (Morales *et al.*, 2017).

Por otra parte, la óptima digestión fermentativa de los alimentos en los cuyes depende del bienestar y equilibrio de la flora cecal, pues cualquier factor que la altere podría tener

³³ Enfermedad reconocida por los productores andinos como hinchazón del estómago.

efectos desfavorables sobre el crecimiento, el número de bacterias presentes y la competencia por los nutrientes (Saavedra-Sierra, 2018). En este sentido, se han desarrollado varias investigaciones con el fin de evaluar el uso de probiótico, prebiótico y simbiótico, los cuales ejercen efectos como promotores de crecimiento, antimicrobianos y en la producción de ácido láctico, lo que les permite crear un ambiente favorable para la respuesta inmunológica y la prevención de enfermedades en los cuyes (Canto *et al.*, 2018; Gonzalez-Vivas, 2018; Puentes-Valverde, 2018; Valdizán-García, 2018).

I.4. Uso de gramíneas y plantas forrajeras en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde

El cuy consume prácticamente cualquier tipo de alimento. La alfalfa es considerada la principal fuente de forraje verde para las crías de cobayos; sin embargo, no siempre está disponible, depende de la época, la tasa de crecimiento, las labores agrícolas y las zonas del país. De ahí que se hayan implementado otras estrategias de alimentación entre las que se encuentran especies forrajeras como: vicia, maralfalfa, garrotilla, maíz forrajero, avena, cebada, rey grass, pasto elefante; rastrojos de cosecha (hojas de habas, repollo, paja de avena, paja de cebada, chala de maíz) y desperdicios de cocina (cáscaras de hortalizas y verduras) entre otros (Altamirano-Muñoz, 2015; Cayotopa-Quintana, 2017).

Se han desarrollado diversos trabajos de investigación buscando obtener otras alternativas de alimentación más económicas como son el uso de los frutos (Cayotopa-Quintana, 2017; Delgado-Fernández, 2017; Núñez-Torres *et al.*, 2018), gramíneas, leguminosas y forrajeras arbustivas (Albert *et al.*, 2006; Hurtado *et al.*, 2012; Valenzuela, 2015; Sotelo *et al.*, 2018), y el empleo de las raíces y tubérculos (Idrogo-Cubas, 2017; Paillacho-Sánchez, 2017). La tabla I.2 muestra un resumen de los principales resultados en la región andina relacionados con el uso de estas estrategias de alimentación para cuyes en la etapa de crecimiento-ceba.

El uso de leguminosas forrajeras arbóreas y arbustivas, de alto potencial productivo y valor nutritivo, es una de las diferentes alternativas que se plantean para mejorar la alimentación animal en las explotaciones pecuarias de la especie (Rodríguez y Guevara, 2002). La tendencia actual de utilización de estas plantas se estimula por los incrementos de los

precios de los granos de cereales y oleaginosas, lo que además de incrementar los costos de producción animal tiene el inconveniente que compiten con la alimentación humana.

Otro aspecto importante es el debate que se ha generado en torno al tipo de sistema alimentación (forraje, mixto, solo concentrado) y tipo de alimento a utilizar. En estudios realizados por Castro-Llamoca (2016) no encontró diferencias estadísticas en la conversión alimenticia entre cuyes alimentados con solo concentrado (2,81) y estos últimos más forraje (2,94) en la séptima semana de evaluación.

Por otra parte, Vargas (2014) obtiene mejor conversión alimenticia con sistema integral (3,88) que con mixto (4,51). Según los autores el tipo de alimentación puede afectar el rendimiento de carcasa, ya que los forrajes al tener una tasa de pasaje más lenta, por su menor digestibilidad, hacen que el alimento prolongue su presencia en el tracto digestivo, distorsionando el peso vivo final. De ahí que cualquier estrategia a utilizar debe estar orientada a explotar adecuadamente las características de la anatomía gastrointestinal de esta especie, cubriendo sus requerimientos nutricionales para la obtención de indicadores productivos y económicos acordes al sistema de crianza empleado.

Tabla I.2. Comportamiento productivo de cuyes en la región andina con diferentes estrategias de alimentación.

Especie	Tipo de alimento	Comportamiento productivo	Referencia
<i>Manihot esculenta</i>	Harina de yuca (NI: 0, 5 y 10 %)	Ganancia de peso: 751,07; 748,28 y 714,53 g/animal/período	Paillacho-Sánchez (2017)
<i>Arachis pintoi</i>	Harina de maní forrajero (NI: 0, 5, 10, 15 %)	Ganancia de peso: 700,7; 723,0; 707,0 y 717,1 g/animal/período	Sotelo <i>et al.</i> (2018)
<i>Morus alba</i> <i>Erythrina poeppigiana</i> <i>Tithonia diversifolia</i> <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Inclusión del 20 % de la harina del follaje de las arbóreas	Ganancia de peso: 491,63; 423,13; 471,88 y 284,0 g/animal/período	Meza Bone <i>et al.</i> (2014)
<i>Vigna unguiculata</i>	Frejol castilla: (NI: 0, 10, 20 y 30 %)	Peso vivo final: 587; 535; 527 y 504 g	Choez y Ravillet (2018)
<i>Panicum maximum</i> <i>Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides</i> <i>Pennisetum sp.</i>	Forraje verde a razón de 40 g MS animal ⁻¹ de cada especie	Peso vivo final: 743,38; 814,6 y 812,13 g	Meza Bone <i>et al.</i> (2014)
<i>Artocarpus heterophyllus</i> <i>Pennisetum sp.</i>	Sustitución de 15, 30 y 45 % del forraje por el fruto de yuca	Ganancia de peso: 388,00; 409,25 y 343,25 g	Cayotopa-Quintana (2017)
<i>Ipomoea batatas</i>	Harina de camote (boniato) (NI: 0, 15 y 30 %)	Ganancia de peso: 515,5; 716,0 y 813,17 g/animal/período	Idrogo-Cubas (2017)
<i>Musa paradisiaca</i>	Harina de plátano (NI: 0, 10, 20 y 30 %)	Ganancia de peso: 560,9; 590,7; 547,2 y 541,6 g/animal/período	Delgado-Fernández (2017)
<i>Leucaena leucocephala</i>	Harina de legumbres (NI: 0, 10, 20 y 30 %)	Ganancia de peso: 557,67; 541,9 y 522,5 g/animal/período	Telles-Velásquez (2013)
<i>Pennisetum sp.</i> <i>Axonopus scoparius</i> <i>Echinochloa polystachya</i> <i>Axonopus micay</i>	Forraje verde	460; 440; 400 y 380 g/animal/período	Andrade-Yucailla <i>et al.</i> 2016

I.5. Características nutricionales y producción de biomasa de las especies evaluadas

I.5.1. *Medicago sativa* L. (Alfalfa)

La alfalfa es una planta herbácea perteneciente a la familia de las leguminosas (Fabáceas), originaria del Mediterráneo y las tierras altas de África. Denominada por los árabes como *al-fac-facah*, que significa *la madre de todos los alimentos*. Fue introducida en el continente americano, pero por su versatilidad y es considerada una especie naturalizada en muchos ecosistemas de la región (Aguilar-Quintana, 2017).

Es muy utilizada para la alimentación animal en todo el mundo, por su alta producción por unidad de superficie y valor nutrimental del forraje y porque es apetecible al ser consumida por diferentes especies de animales, en estado fresco, henificada o ensilada (Contreras *et al.*, 2019).

La alfalfa también se utiliza para mejorar la cobertura vegetal, evitar la erosión del suelo, prevenir la degradación de las praderas, y ayudar a la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería. Al asociar esta leguminosa con alguna gramínea se mejoran los indicadores productivos y se reducen los costos de producción en comparación con las dietas balanceadas (Rojas-García *et al.*, 2019).

Se distingue por su composición nutricional, con valores de proteínas (PB) que pueden estar entre 20 y 22 %, 25 % de fibra cruda (FC) y 11 % de cenizas (CEN), dependiendo del estado fenológico de la planta, la frecuencia de corte, el tipo de suelo y las labores de mantenimiento (Aguilar-Quintana, 2017).

I.5.2. *Alnus acuminata* Kunth (Aliso)

A. acuminata es conocida como el aliso andino, es una especie arbórea nativa de América del Sur extendiéndose incluso hasta México. Pertenece a la familia de las betuláceas, propia de cañadas y laderas húmedas, se distribuye altitudinalmente desde los 1 400 – 3 200 msnm, creciendo en suelos profundos o medianamente profundos. Puede soportar temperaturas por debajo de cero grados por breve tiempo y nevadas esporádicas (Aguirre-Mendoza *et al.*, 2017; Carrera-Ramírez y Cruz-Carrasco, 2019).

Es una especie con potencial para la reforestación, siendo utilizada en varias partes del mundo, por su capacidad fijar nitrógeno en simbiosis, con microorganismos Actinomicetes, dándole la posibilidad de colonizar suelos pobres y degradados, acumulando una extraordinaria cantidad de materia orgánica en un tiempo relativamente corto (Silva-Parra *et al.*, 2018; Coronel-Bustamante, 2019).

Se considera un árbol multipropósito de gran interés agroforestal, se ha introducido en potreros para mejorar la calidad de los pastos. Se ha encontrado en plantaciones asociadas con maíz y frijol, pastos, café, mora silvestre, helechos de exportación, entre otros cultivos. Se utiliza como sombra para ganado y en linderos de potreros para adornar el paisaje. Programas silvopastoriles indican altos valores de productividad ganadera en bosques abiertos de aliso por sus servicios ecosistémicos (Aulestia-Guerrero *et al.*, 2018; Silva-Parra *et al.*, 2018).

La madera sirve también para construcciones livianas, cajas, utensilios domésticos, cabos de escobas e instrumentos musicales. También es materia prima para carbón vegetal, por sus propiedades físicas, ésta puede ser utilizada potencialmente para pulpa de papel, ebanistería, lápices, fósforos, muebles, yugos, artículos deportivos, embalajes y encofrados (Pacheco-Agudo y Quisbert-Guarachi, 2016). Existen reportes sobre la utilización de la corteza rica en taninos para curtir cueros y sus usos en la medicina tradicional. Sin embargo, no se encontraron publicaciones que hagan alusión a su composición bromatológica o sus usos para la alimentación animal.

1.5.3. *Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado

C. purpureus, es una especie de la familia Poaceae nativa de las planicies tropicales de África, se encuentra muy extendido por toda la zona tropical y es utilizado como base forrajera en la alimentación de muchas especies de animales debido a su rápido crecimiento, rusticidad y acumulo de materia seca; sin embargo al pertenecer a la familia de las gramíneas, tiene limitado su valor nutricional por su bajo contenido de proteína y de energía (Caballero-Gómez *et al.*, 2016).

Según Lounglawan *et al.* (2014) y Jaime *et al.* (2019) sus rendimientos de materia seca (MS) varían con la edad incrementándose con la madurez, oscilando entre 15 y 35 t/MS/año. Este comportamiento dependerá del tipo de suelo, labores del cultivo, el uso de

riego y fertilización, la época del año, el ecosistema (cálido o frío) así como la edad y frecuencia de corte.

Al evaluar diferentes frecuencias de corte (50, 60, 70, 80 y 90 días) Vivas-Quila *et al.* (2019) reportaron que no se presentaron diferencias estadísticas ($P=0,05$) para la producción de materia seca (t/ha/año), aunque los mejores resultados fueron a los 70 días, la producción fue mayor, alcanzando 25,4 t/MS/ha/año.

Los estudios realizados en el Ecuador, señalan la capacidad de adaptación de este cultivar, con rendimientos de materia verde (MV) superiores a las 80 t y de 13 t/MS/ha/corte, incrementándose los rendimientos con la madurez de la planta (Álvarez-Perdomo *et al.*, 2017).

Según Uvidia *et al.* (2013) su valor nutricional está directamente relacionado con la interacción genotipo-ambiente. No siempre la mayor productividad de biomasa representa la mejor calidad. Los contenidos de proteína bruta (PB) varía con la edad siendo estos menores en la época lluviosa especialmente en los trópicos (Kondo *et al.*, 2015). Se reportan valores que oscilan desde 3,5 hasta 12,9 % (Caballero-Gómez *et al.*, 2016; De Souza *et al.*, 2017); mientras que, los valores de fibra pueden alcanzar hasta el 25 %. Considerando los factores antes mencionados, una recomendación práctica para los productores sería un punto intermedio de producción de biomasa y porcentajes de proteínas como los informados por Vivas-Quila *et al.* (2019) de 70 días.

1.5.4. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Botón de oro)

Esta especie es conocida vulgarmente como botón de oro, es un arbusto perteneciente a la familia de las asteráceas, originaria del sur de México y centro América desde donde se ha extendido a diferentes partes de mundo, se caracteriza por su alto grado de plasticidad ecológica, pudiéndose encontrar desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm, con precipitaciones anuales entre 800 a 5 000 mm y en diferentes tipos de suelo; tolera condiciones de acidez, de baja fertilidad y crece espontáneamente a orillas de caminos, ríos y carreteras (del Pozo, 2019; Londoño *et al.*, 2019; Rivera *et al.*, 2018).

Su potencial forrajero está ligado directamente a su tolerancia a la poda y a su capacidad de rebrote, efecto que permite obtener gran cantidad de biomasa por unidad de área. Según Londoño *et al.* (2019), presenta una producción potencial de 37 t/ha, de material

consumible (hojas, peciolas y tallos hasta de 2,0 cm de diámetro) con cortes cada 7 semanas. A pesar de no pertenecer a la familia de las leguminosas, el forraje de *T. diversifolia* ha sido distinguido por aportar una cantidad significativa de proteína. Lezcano *et al.* (2012) realizaron una caracterización bromatológica de la especie en dos estados fisiológicos (30 y 60 días) en el periodo seco y lluvioso, obteniendo niveles de proteína entre 17 y 29,79 %, y una degradabilidad que osciló entre 72 – 76 %.

Por su contenido nutricional y características agronómicas se consolida como una opción ideal para la producción animal. Ha sido utilizada en la alimentación de cerdos, aves, conejos, cuyes, peces, bovinos, entre otros (Mejía-Díaz *et al.*, 2017; Rodríguez-García, 2017).

I.5.5. *Saccharum officinarum* L. (Caña de azúcar)

S. officinarum, conocida como caña de azúcar, es una especie de planta perteneciente a la familia de las poáceas, proveniente del Sudeste Asiático y Nueva Guinea, fue introducida en América por los españoles, considerándose en la actualidad como la región mayor productora del mundo (Piñeros-Lizarazo, 2019). La caña es un cultivo de zonas tropicales o subtropicales, requiere agua y suelos adecuados para crecer bien. Es una planta que asimila muy bien la radiación solar, teniendo una eficiencia cercana a 2 % de conversión de la energía incidente en biomasa (Núñez-Chávez *et al.*, 2019).

Su alta productividad, eficiencia en el uso de insumos y recursos para la producción en campo, así como su facilidad para ser procesada de manera local y generar productos con valor agregado, la convierten en un cultivo de gran importancia económica (Gómez-Merino *et al.*, 2015)

Las bondades de la caña de azúcar en la alimentación animal se deben a su elevada capacidad de producción de biomasa (verde y seca), la cantidad de energía y la reconocida capacidad de mantener su potencial energético durante periodos secos prolongados. Se caracteriza su alto contenido de azúcares solubles y fibra (48 %), aunque es pobre en proteína (menos de 5 %) (Salazar-Ortiz *et al.*, 2017). En cuyes los derivados de la caña de azúcar más utilizados han sido el bagazo, la melaza y la sacharina (Toro-Molina *et al.*, 2017; Calderón-Abad, 2019).

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Lugar de la investigación

El estudio se realizó desde septiembre del 2018 hasta febrero del 2019 en la Finca Gupancay (figura II.1), propiedad de la familia Macancela-Urdiales, situada en la vía antigua a San Juan del Cid, km 6^{1/2}. Parroquia San Juan, Cantón Gualaceo, provincia del Azuay, Ecuador. La ubicación geográfica se corresponde a las coordenadas una latitud de 17° 54' 29" y a una longitud de 70° 10' 48" (figura II.2).

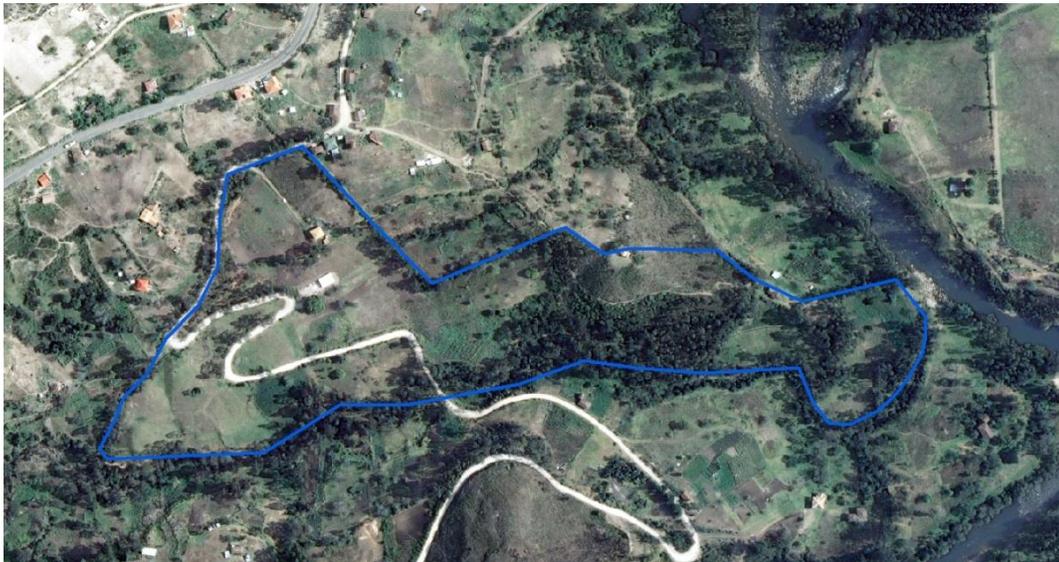


Figura II.1. Foto satelital de la finca.



Figura II.2. Mapas correspondientes a la ubicación geográfica.

II.2. Características del área de investigación

La finca posee un área total de 9 ha, se encuentra ubicada en una zona de topografía montañosa, a una altitud de 2 400 msnm y sobre un suelo Vertisol, formado de material sedimentario, compuesto por arcillas expansivas que se tornan muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando se secan. Esta característica da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaño y profundidad variable (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Azuay, 2015).

El clima se clasifica como templado. La precipitación media anual histórica es de 1 100 mm, distribuidas durante todo el año y la temperatura media es de 17 °C según el Anuario Meteorológico (2017).

La tabla II.1 muestra los valores de precipitaciones y temperatura durante la etapa experimental. Los datos climáticos fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de Gualaceo, la cual se encuentra a 7 km de la finca.

Tabla II.1. Datos climáticos durante la etapa experimental.

Variable	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Temperatura media, °C	16,6	17,3	17,6	17,6	17,5	17,6
Temperatura media de los últimos 10 años, °C	16,6	17,3	17,6	17,6	17,5	17,6
Precipitación media, mm	60	75	75	70	65	80
Precipitación media de los últimos 10 años, mm	60	77	77	74	63	81

II.3. Tratamientos y diseño experimental

Para la investigación se utilizó un diseño experimental totalmente aleatorizado con cinco tratamientos y 15 animales por tratamiento, cada uno se consideró una repetición. La

duración del período experimental fue de cuatro meses (16 semanas) y se correspondió con la etapa crecimiento (15 – 68 días de edad) – ceba (68 días de edad hasta el sacrificio).

T₁= *Medicago sativa* L. + balanceado

T₂= *Alnus acuminata* Kunth + balanceado

T₃= *Cenchrus purpureus* (Schumach.) vc. Morado + balanceado

T₄= *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray + balanceado

T₅= *Saccharum officinarum* L. + balanceado

II.4. Características y manejo de las especies forrajeras

Cada especie fue manejada según las características del cultivo, las cuales se señalan a continuación:

- *M. sativa* (Alfalfa). Leguminosa, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *A. acuminata* (Aliso). Betuláceas, planta arbórea, con tres años como promedio de haber sido plantados.
- *C. purpureus* cv. Morado (King grass morado). Gramínea, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *T. diversifolia* (Botón de oro). Asterácea, frecuencia de corte del forraje entre 50 y 60 días.
- *S. officinarum* (Caña de azúcar). Gramínea. Plantación con dos años de establecida, sin corte de homogenización.

Los forrajes fueron cortados en el horario de la mañana y troceados con una máquina picadora F-150 (4 mm tamaño del corte), para homogenizar los alimentos.

II.5. Manejo y alimentación de los animales

Se utilizaron cuyes machos al momento del destete, similares en edad (15 ± 3 días) y peso (381 g), de la raza mestiza (Perú, Andina, Inti). Los animales fueron identificados con aretes de aluminio y distribuidos al azar para la conformación de grupos homogéneos.

Se utilizaron jaulas de maya de acero inoxidable, con un área total de 2 m² y 0,5 m de altura, ranuradas permitiendo la salida de las heces y orina de los animales. Las jaulas se encontraban a una altura de un metro con respecto al piso y contaban con bebederos y comederos. Los galpones son de bloques de cemento, techos de zinc a doble agua, con sistemas de aireación, orientadas de norte a sur permitiendo condiciones de confort para la crianza (figura II.3).



Figura II.3. Imágenes de las instalaciones.

Las naves son limpiadas semanalmente para la recolección de la materia orgánica y posteriormente desinfectadas con una mezcla integrada por: agua, cal, molusquicida, insecticida y bactericida, con el uso de una moto asperjadora aplicándose a jaulas y pisos de cemento.

Los animales recibieron una dieta que estuvo conformada por forrajes (según el tratamiento) y el balanceado (alimento concentrado). La cantidad de alimentos vario en dependencia de la etapa (tabla II.2). El balanceado se ofertó en el horario de la mañana, mientras que las especies forrajeras fueron y distribuidas en tres momentos del día: mañana, tarde, noche.

Tabla II.2. Distribución de los alimentos según las etapas experimentales.

Etapas (días)		Alimento (g/animal/día)	
		Forrajera	Concentrado
1-15	Período de adaptación	30-70	30
16-68	Período de crecimiento	100-138	30
69-135	Período de ceba	150-222	50

La tabla II.3 muestra la composición bromatológica del concentrado utilizado en la etapa experimental, fabricado por la empresa BIOalimentos® (provincia Azuay, Ecuador) para esta especie, con una presentación en forma de pelet. Los valores se corresponden a la etiqueta de referencia presente en la bolsa para cada etapa (crecimiento – engorde).

Cada tratamiento fue sometido a un período de adaptación de 15 días, previos al período experimental. Además, fueron desparasitados y vacunados según los procedimientos para la especie.

Tabla II.3. Composición bromatológica del concentrado, %.

Indicador	Crecimiento, 14-68 días	Engorde, 68 días hasta el sacrificio
Proteína cruda	17	15
Grasa	4	4
Fibra cruda	8	9
Ceniza	6	6
Humedad	13	13

Para los parásitos externos se utilizó una Solución Tópica de Ectonil^{®4} Pour On (Fipronil) en una dosis de 0,3 mL (2 gotas) aplicadas sobre el lomo del animal, mientras que para los internos se utilizó Albendazol^{®5} en dosis de 2 a 4 gotas en la boca para cada animal de forma individual, repitiendo la dosis a los 25 días.

La vacunación se realizó utilizando el producto CUY-CON-VAC+L^{®6} para la prevención de enfermedades bacterianas y virales, entre las que se encuentran: Yersiniosis⁷, Colibacilosis, Salmonelosis, Pasteurelisis y Linfadenitis. La dosis empleada fue de 0,5 mL independiente de la edad, sexo o estado del animal. Primera dosis a la semana de edad y la segunda a los 15 días después del destete.

II.6. Variables medidas

II.6.1. Indicadores productivos

Peso vivo y ganancia de peso. Los animales fueron pesados en el horario de la mañana, en ayuno y con una frecuencia mensual. Se cuantificó la ganancia de peso acumulada

⁴ Medicamentos producidos por la FabioPharma, <https://farbiopharma.com>

⁵ Medicamentos producidos por la FabioPharma, <https://farbiopharma.com>

⁶ Vacuna producida por Laboratorios Llaguno, <http://www.laboratoriollaguno.com>

⁷ Yersiniosis en cuyes es una enfermedad causada por *Yersinia pseudotuberculosis*, en los cuyes es una de las enfermedades que causan importantes pérdidas económicas debido a sus altos índices de morbi-mortalidad.

para el período y la ganancia media diaria se expresó en gramos/animal/día, a partir de las diferencias de peso vivo inicial y final.

Consumo de alimento. Se determinó a través de una prueba de oferta/consumo/rechazo con una frecuencia semanal, determinado por la diferencia del alimento suministrado en el día y el desperdicio registrado al día siguiente. Esta prueba permitió además calcular el aprovechamiento de los forrajes ofertados.

Conversión alimentaria (CA). Se calculó de forma individual (por animal), estableciendo la relación entre el consumo total de alimento y la ganancia de peso total para el período. A partir de la fórmula:

$$CA = \frac{\text{alimento consumido, kg/animal/período}}{\text{ganancia de peso vivo, kg}}$$

Para el pesaje de los animales y los alimentos ofrecidos, se utilizó una balanza digital marca Century®, con una capacidad máxima de 10 kg – mínima de 100 g, y una precisión de ± 0,5 g.

Caracterización bromatológica. De cada especie forrajera, se tomaron tres muestras de 500 g durante el período experimental, las cuales fueron evaluadas simultáneamente en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca en Ecuador y en el Laboratorio de Análisis Químico de la EEPF *Indio Hatuey* (EEPF-IH) para la determinación de la composición bromatológica: materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), ceniza (CEN), calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P) según las técnicas de la AOAC (2016). Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DMO) se utilizó la técnica de KOH según la metodología de Kesting (1977).

II.6.2. Indicadores de la canal⁸

Para realizar los estudios de canal los cuyes fueron sacrificados mediante un golpe contundente detrás del cuello, aplastando el área de la nariz y la frente con la mano, después se desangraron para asegurar la calidad y vida útil de la canal. Para Escaldado y Pelado, los animales fueron sumergidos un minuto en agua hirviendo, para retirar los pelos a través de un procedimiento manualmente. A partir de un corte trasversal al nivel del ombligo fueron extraídas las vísceras (órganos) según la metodología descrita por Núñez-Vidal (2017). El proceso de faenado en los animales se puede apreciar en la figura II.4.



Figura II.4. Proceso de faenado en los animales.

⁸ La canal en cuyes se le denomina, además como carcasa

Peso al sacrificio. Previo al sacrificio los animales fueron sometidos a un período de ayuno de 24 horas donde solo se les suministró agua y con posterioridad fueron pesados con una balanza digital marca Century®, con una capacidad máxima de 15 kg – mínima de 100 g, y una precisión de ± 2 g.

Peso de la canal caliente. Para el cálculo de la canal caliente los animales fueron pesados inmediatamente después de haber concluido el sacrificio y la limpieza de la canal.

Peso de la canal fría. Para estimar el peso de la canal fría, los cuerpos fueron pesados seis horas posteriores al sacrificio después de haber escurrido los líquidos de la matanza.

Peso de los órganos. Concluido el sacrificio se pesaron de manera independiente los órganos de cada animal. Las vísceras fueron separadas en blancas (estómago, intestino delgado, grueso y aparato reproductor) y rojas (corazón, hígado, pulmones, bazo y riñones).

Rendimiento de la canal: Se determinó al considerar el peso de la canal caliente, con respecto al peso vivo del animal al momento del sacrificio. Se incluyó cabeza, patas, vísceras (corazón, hígado y riñón). Se utilizó la fórmula:

$$RC = \frac{\text{peso de la canal} \times 100}{\text{peso al sacrificio}}$$

II.6.3. Indicadores de salud animal

Para la evaluación de los indicadores hematológicos y de química sanguínea se colectó sangre del 100 % de los animales al momento del sacrificio. La sangre fue depositada en tubos Vacutainer® (sistema para la recolección de sangre al vacío) con anticoagulantes (Ácido etilendiaminotetra acético, EDTA), identificadas por animal y tratamiento (figura II.5).

Las muestras fueron mezcladas en el tubo por inversión de 5 a 7 veces hasta homogenizar la sangre. Los tubos fueron depositados en termos de poli espuma con gel

en hielo para su conservación y trasladados a la clínica veterinaria de la ciudad de Cuenca, Ecuador para su posterior análisis.



Figura II.5. Toma de muestras de sangre.

Análisis hematológicos. A cada muestra se le realizó el conteo de serie roja (eritrocitos), hematocrito y conteo de leucocitos totales.

En el conteo de eritrocitos y leucocitos se utilizó la técnica del frotis sanguíneo, las cuales fueron teñidas con la coloración de Wright según las metodologías descritas por Brambila *et al.* (2003) y Silva-Flores (2019), y visualizados en un microscopio binocular.

Para calcular el hematocrito se utilizó la técnica de microcentrifugación descrita por Hansen y Perry (1994). La sangre fue depositada en un tubo capilar largo y se centrifugó empleando un cabezal para microhematocrito, a 10 000 rpm. La tabla II.4 muestra los valores referenciales para la hematología del cuy.

Tabla II.4. Valores referenciales para la hematología del cuy.

Contantes	Medidas	Media	Rango
Eritrocitos	Millones/mm ³	6	4-9
Leucocitos	Miles/mm ³	10	7-14
Hematocrito	%	40	33-55

Adaptado de Vidalón-Romo (2014)

Análisis de química sanguínea. A cada muestra se le realizó los contenidos de glucosa, albúminas, proteínas totales según la metodología descrita por Matute-Orellana (2019). La tabla II.5 muestra los valores referenciales para la química sanguínea del cuy.

Tabla II.5. Valores referenciales para la química sanguínea del cuy.

Contantes	Medidas	Media	Rango
Proteínas totales	(mg/dl)	55	40 – 70
Glucosa	(mg/dl)	120	60 – 180
Albumina	(mg/dl)	32	21 – 39

Adaptado de Vidalón-Romo (2014)

Análisis de morbilidad. A través de la revisión diaria, se contabilizaron los animales enfermos, causas, tratamiento y período de recuperación. Al momento del sacrificio los órganos fueron revisados para determinar la presencia de lesiones anátomo patológicas que evidencien el padecimiento de enfermedades.

II.7. Valoración bio-económica⁹

Para la valoración bio-económica de las especies forrajeras se utilizó el método del presupuesto parcial, a partir de los cambios en los beneficios menos los cambios en los costos. Se tuvo en cuenta los ingresos provenientes de la venta de la canal y los gastos originados de la mano de obra, siembra, establecimiento y labores culturales a las plantaciones y por concepto de atención a los animales.

II.8. Análisis estadístico

Los resultados se registraron en bases de datos de Excel. Se utilizó análisis de varianza simple, con previa comprobación de los supuestos de homogeneidad de varianza (Test de Levene) y distribución normal (Shapiro-Wilk).

Para la comparación de las medias, se empleó la dística de Tukey para un nivel de significación de $p < 0,05$ mediante el paquete estadístico IBM SSPS®, versión 10.0.1 para Windows.

Los datos referentes a la morbilidad y el aprovechamiento del forraje fueron expresados a través de una distribución porcentual.

⁹ En Ecuador y Perú se denomina retribución económica (RE)

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1. Comportamiento de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras en la etapa de crecimiento-engorde

La tabla III.1 muestra la composición bromatológica de las especies forrajeras evaluadas. Los valores de materia seca, proteína y fibra bruta se corresponden con los parámetros bromatológicos descritos para *M. sativa* (Aguilar-Quintana, 2017), *Saccharum* spp. (Salazar-Ortiz *et al.*, 2017), *T. diversifolia* (Rivera *et al.*, 2018) y *C. purpureum* (Vivas-Quila *et al.*, 2019).

Tabla III.1. Composición bromatológica de las especies forrajeras, %.

Especies	MS	PB	FB	MO	CEN	Ca	Mg	P	DMO
<i>M. sativa</i>	23	20	24,44	88,00	12,00	5,21	2,66	0,58	72,39
<i>A. acuminata</i>	37	5	35,22	94,84	5,16	2,30	1,78	0,38	59,33
<i>C. purpureus</i>	16	10	28,84	82,60	17,40	2,23	1,71	0,40	65,20
<i>T. diversifolia</i>	20	21	25,13	84,40	15,59	5,28	2,60	0,73	68,56
<i>S. officinarum</i>	36	6	24,83	97,24	2,76	2,38	1,67	0,26	67,82

La mejor composición bromatológica fue para *M. sativa* y *T. diversifolia*, con valores de proteína bruta de 20 y 21 %, respectivamente. Ambas especies representan un potencial para la alimentación de los cuyes, considerando que este indicador es de los más importantes, ya que sus requerimientos nutricionales pueden variar entre 14 y 22 % en dependencia de la fase de su ciclo productivo (gestación, lactancia, crecimiento) como señalan Alvarado-Zuta (2017) y Cayotopa-Quintana (2017).

La síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas, por lo que un suministro inadecuado, especialmente en animales jóvenes, etapa de mayor demanda

proteica, produce un crecimiento retardado y menor eficiencia en la utilización de los alimentos. Según Altamirano-Muñoz (2015) los niveles proteicos en cobayos muestran variabilidad en la respuesta animal, reportando resultados satisfactorios en los indicadores productivos con niveles superiores al 14 % de proteína.

A acuminata mostró los menores valores de proteína, pero más altos de fibra bruta y materia orgánica. Mientras que la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica fue baja con respecto a las demás forrajeras (59,33 %).

Los valores más altos de ceniza, calcio, fósforo y magnesio fueron para *T. diversifolia* y *M. sativa*. Según Costales y LLumiquinga (2012) y Gualoto-Lata (2018), los minerales cumplen múltiples funciones en el organismo entre ellas las estructurales, fisiológicas y catalíticas, siendo las más importantes la formación de los huesos y los nervios.

Cayetano-Robles (2019), señala que entre los macro-minerales: calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro, potasio y azufre son de los más relevantes en la alimentación de los cuyes según las cantidades relativas de su presencia en los organismos y su requerimiento en las dietas. De ahí que contar con forrajes que puedan cubrir los requerimientos, resulta determinante máxime si el cuy es un animal que está acostumbrado a un alto consumo de minerales.

Al evaluar el aprovechamiento de los forrajes por los animales (figura III.1) se encontraron valores que oscilaron entre 87 y 100 %, siendo los más bajos para *A. acuminada* (aliso), en ambas etapas. Lo cual pudo haber estado relacionado con los porcentajes de fibra (tabla III.1) y la lignificación de las hojas de esta planta.

La anatomo-fisiología del sistema digestivo (fermentador postgástrico) del cuy lo distinguen como una de las especies de animales con mayor capacidad y versatilidad para el aprovechamiento de raciones con material fibroso y voluminoso, permitiendo que la

celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra y la obtención de ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie (Meza-Bone *et al.*, 2014; Altamirano-Muñoz, 2015; Delgado-Fernández, 2017).

Por otra parte, la fibra tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión favorecer la digestibilidad de otros nutrientes (Cayetano-Roble, 2019). Sin embargo, los porcentajes de fibra óptimos deben encontrarse entre 8 y 20 % según su etapa de crecimiento y condición fisiológica. Valores superiores a estos aumenta la retención, retarda el pasaje del contenido alimenticio por el tracto digestivo, trayendo consigo una disminución del consumo. Factores estos que pudieron haber limitado el aprovechamiento de los forrajes para *A. acuminata* y *S. officinarum* como los apreciados en este estudio.

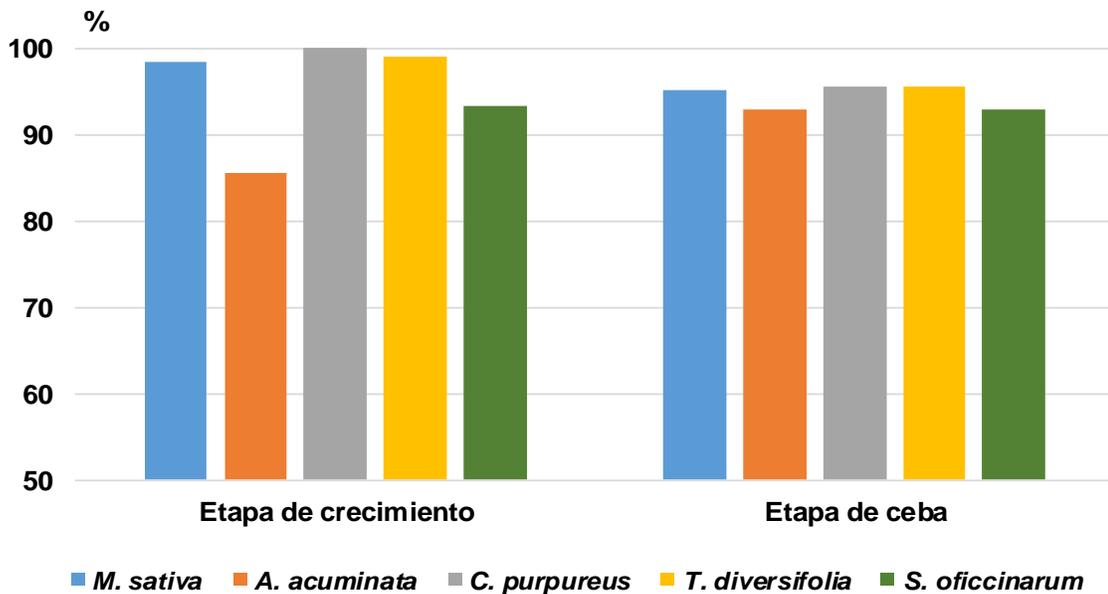


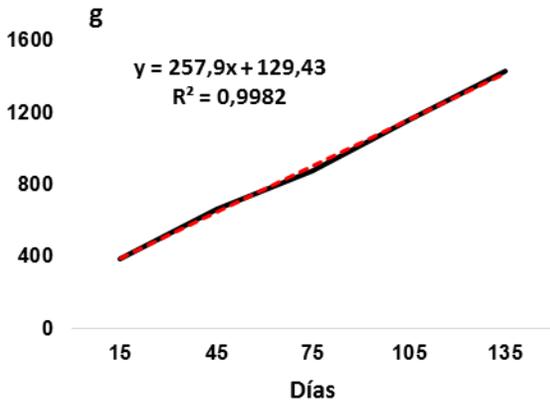
Figura III.1. Aprovechamiento del forraje de las especies evaluadas por los animales durante las etapas de crecimiento-ceba, %.

El adecuado suministro de nutrientes conlleva a mejorar la producción animal; por ende, el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permite formular dietas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. En este sentido el forraje de aliso y caña de azúcar son de todas las especies evaluadas las de menor valor bromatológico y aprovechamiento del forraje, señalándose como las de menor potencial para ser utilizada en la alimentación de los cuyes.

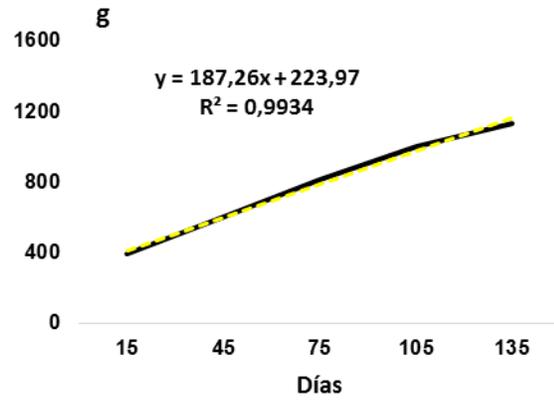
Al evaluar el comportamiento del peso vivo de los animales durante el período experimental, se observó un crecimiento ascendente en todos los tratamientos. Los pesos iniciales no mostraron diferencias significativas lo cual señala la homogeneidad de los grupos (tabla III.2).

En la etapa de crecimiento (15-68 días de edad) no se encontraron diferencias significativas entre las especies forrajeras. Un comportamiento similar fue reportado por Rengifo (2005) al evaluar dietas mixtas de forraje más concentrado en la etapa de crecimiento ceba. Un aspecto importante que pudiera estar influyendo en esta etapa es el proceso de destete y adaptación de los animales a las nuevas condiciones de crianza.

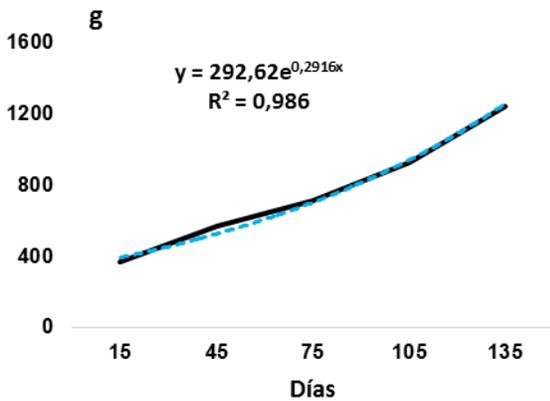
Al evaluar los modelos que describieron el crecimiento de los cuyes, a partir de la relación edad (días) y peso vivo para cada tratamiento (ver figura III.2) se apreció un mayor ajuste ($p < 0,05$) a ecuaciones lineales a excepción del tratamiento que utilizó *C. purpureus* cv. Morado para la alimentación de los animales, con una tendencia exponencial. Los coeficientes de determinación R^2 fueron elevados con valores entre 0,98 y 0,99 en todos los casos.



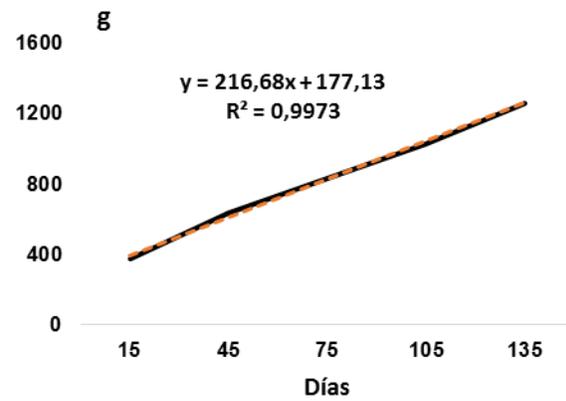
A. *Medicago sativa*



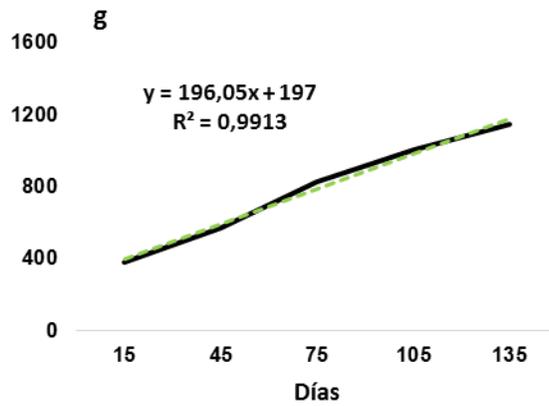
B. *Alnus acuminata*



C. *Cenchrus purpureus*



D. *Tithonia diversifolia*



E. *Saccharum officinarum*

Figura III.2. Efecto de las especies forrajes en el comportamiento del peso vivo de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.

Resultados similares alcanzaron Rubio–Arias *et al.* (2018) al correlacionar el peso de la canal con el peso vivo, pero con $R^2=0,71$. Por su parte, Apráez-Guerrero *et al.* (2011) al evaluar el efecto de la castración y su influencia en la velocidad de crecimiento, utilizando dietas mixtas (forrajes más concentrado), encontraron ajustes significativos en los modelos Logístico, Von Bretalanfy y Richards, y para ecuaciones Polinomial y cúbico ($p<0,01$), con coeficientes de determinación R^2 entre 0,97 y 0,99.

El peso vivo final, la ganancia de peso total para el período y la ganancia media diaria por animal mostraron una tendencia similar durante toda la investigación (tabla III.3). Los mejores resultados fueron para el tratamiento que utilizó la especie *M. sativa* aunque sin diferencias con respecto a *T. diversifolia* y *C. purpureus*. Sin embargo, si se registraron diferencias significativas ($p<0,01$; $p<0,001$) en relación a *S. officinarum* y *A. acuminata*, que alcanzaron los resultados más bajos para los indicadores evaluados.

Los valores de peso vivo final en las especies forrajeras oscilaron entre 1 100 y 1 500 g/animal¹. Estos resultados son similares a los informados por Camino y Hidalgo (2014) quienes evaluaron una dieta mixta a base de balanceado, vitamina C (70 mg/100 g de alimento) y rastrojo de brócoli (*Brassica oleracea* L.). Sin embargo, son superiores a los reportados por Andrade-Yucailla *et al.* (2015) al evaluar tres niveles de sustitución (25, 40 y 55 %) de forraje verde de *Ipomoea batatas* L. (camote) en dietas para cuyes en las etapas de crecimiento – ceba en la región Amazónica Ecuatoriana, quienes alcanzaron valores entre 910 – 1 050 g/cuy.

Tabla III.2. Comportamiento de los indicadores productivos de cuyes alimentados con cinco especies forrajeras.

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Ganancia peso total	Ganancia media diaria	Conversión alimentaria
<i>M. sativa</i>	386,9 ± 21,65	1427,0 ± 45,92 ^a	1040,1 ± 59,83 ^a	7,71 ± 0,44 ^a	8,78 ± 0,49 ^a
<i>A. acuminata</i>	393,4 ± 26,24	1130,5 ± 37,39 ^b	737,1 ± 40,22 ^b	5,46 ± 0,30 ^b	15,81 ± 0,95 ^b
<i>C. purpureus</i>	367,0 ± 19,62	1239,8 ± 48,54 ^{ab}	872,8 ± 47,46 ^{ab}	6,47 ± 0,35 ^{ab}	9,83 ± 0,51 ^a
<i>T. diversifolia</i>	375,3 ± 18,23	1262,5 ± 33,73 ^{ab}	887,3 ± 41,84 ^{ab}	6,57 ± 0,31 ^{ab}	8,53 ± 0,40 ^a
<i>S. officinarum</i>	381,5 ± 15,16	1146,5 ± 34,38 ^b	765,0 ± 39,78 ^b	5,70 ± 0,31 ^b	13,93 ± 0,69 ^b
Sig.	NS	***	***	**	***
Valor P	0,891	0,00	0,00	0,01	0,00

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Peso inicial (g) Peso final (g) Ganancia peso total (g/periodo)
 Ganancia media diaria (g animal⁻¹día⁻¹) Conversión alimentaria (g/g)

Aunque los resultados del peso vivo final para el tratamiento caña de azúcar estuvo entre los más bajos, fueron superiores a los reportados por Toro-Molina *et al.* (2017) cuando utilizó un 15 % de bagazo de esta plata (935,23 g) y a los obtenidos por Avalos-Sánchez (2010) al evaluar cuatro niveles de inclusión (20, 40, 60 y 80 %) de caña fresca picada, en ambos casos en dietas mixtas con alfalfa durante la etapa de crecimiento-ceba.

Según los autores la respuesta productiva de los cuyes se caracterizó por disminuir los indicadores productivos conforme aumentó la inclusión de la caña de azúcar en la dieta de los animales. Los resultados evidenciaron que el organismo del cuy aun con la característica de la funcionalidad del ciego, no le es suficiente para superar los resultados productivos que muestra la ración con solo alfalfa, dado los altos porcentajes de fibra y bajos de proteína.

Por otra parte, los valores registrados en la presente investigación para la ganancia de peso total en el período son superiores a los reportados por Sánchez-Laiño *et al.* (2009) quienes evaluaron tres gramíneas tropicales (*Panicum maximum*¹⁰ Jack, *Zea mays*, *S. officinarum*) más concentrado en el engorde de cuyes mejorados en el litoral ecuatoriano mostrando valores de 478,5; 521,9 y 398,3 g/período, respectivamente.

Mientras que, la ganancia media diaria de los animales fue similar a la reportada por Meza-Bone *et al.* (2014), al evaluar gramíneas (*Panicum maximum* Jack; *Pennisetum* sp.) y arbustivas forrajeras tropicales (*Morus alba* L., *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F.Cook, *Hibiscus rosa-sinensis* L.) *ad libitum* en la alimentación de cuyes en la zona de Quevedo, Ecuador.

¹⁰ Nombre científico actual: *Megathyrsus maximus* (JACQ.) B.K. SIMON & S.W.L. JACOBS

Sin embargo, estos resultados son inferiores a los $10,5 \pm 1,4$ y $10,2 \pm 0,9$ g/animal⁻¹día⁻¹ obtenidos por Yamada *et al.* (2019) al evaluar los parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes (genotipos mejorados) en la costa central del Perú con régimen alimenticio a base de maíz chala forrajera, afrecho de trigo y agua fresca.

Tizado (2013) y Vásquez (2013) reportan ganancias medias diarias de 10,2 y 11,4 g/animal⁻¹día⁻¹, respectivamente en sistemas de alimentación con restricción del forraje y acceso *ad libitum* al concentrado. Mientras que, Aceijas (2014) obtuvo valores de 10,7 g/animal⁻¹día⁻¹, con la inclusión de levadura hidrolizada, péptidos y nucleótidos como parte de la dieta de los animales. Las diferencias de los resultados con respecto a esta investigación, pudiera estar relacionado con el tipo de alimentación y los raciales empleados raciales.

Se encontraron diferencias significativas ($p > 0,001$) en la conversión alimenticia promedio entre los tratamientos *M. sativa*, *T. diversifolia* y *C. purpureus* con respecto a *S. officinarum* y *A. acuminata* (Tabla III.2). Los animales que consumieron el forraje de tithonia mostraron una mayor eficiencia en su conversión de alimento a carne, lo cual podría inferir que esta especie tiene el mismo impacto nutricional que la alfalfa, ya que tampoco se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos para el peso vivo y la ganancia de los animales.

Los resultados de conversión alimentaria obtenidos en esta investigación para las tres especies son similares a los reportados por Lozada *et al.* (2013) al evaluar el efecto de la inclusión de cebada en grano y semillas de girasol en dietas a base de forraje en cuyes mejorados para la etapa crecimiento y engorde. Así mismo para los resultados alcanzados por Andrade-Yucailla *et al.* (2016) al evaluar gramíneas adaptadas a la región Amazónica *Axonopus scoparius* (Flüggé) Kuhlm. (gramalote), *Pennisetum*¹¹ sp. (Schumach.) Morrone

¹¹ Nombre científico actual: *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone

(King grass), *Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitch (Pasto Alemán), *Axonopus micay* (STEUD) (Pasto micay) con valores de 9,065, 9,727, 10,525 10,842 respectivamente.

El uso de la caña de azúcar mostró valores $13,93 \pm 0,69$ g para la conversión alimentaria, los cuales son menos eficientes que los informados por Sánchez-Laiño *et al.* (2009) al utilizar esta especie para la alimentación de cuyes. Sin embargo, son mejores que los alcanzados por Toro-Molina *et al.* (2017) al evaluar diferentes niveles de inclusión del bagazo de la caña en dietas mixtas con valores del índice de conversión alimentaria (ICA) entre 32-39 g. Al parecer la caña no es una planta forrajera ideal para la alimentación de los cuyes, dado sus bajos contenidos de proteína. Estudios realizados por Avalos-Sánchez (2010) refieren que la utilización de niveles de inclusión mayores al 20 % de caña fresca y picada afecta los indicadores productivos de los cuyes en crecimiento-engorde.

Muchos han sido los estudios realizados referentes a la eficiencia de las dietas en los indicadores productivos de los cuyes. Autores como Malagón (2013), Tiznado (2013), Camino y Hidalgo (2014), Canto *et al.* (2018), muestran valores del ICA que van desde 2,5 hasta 9,0 g. Estas diferencias de conversiones están relacionadas directamente al tipo de alimento o suplemento empleado, como son: raciones integrales con altos niveles de energía y proteínas, el uso de probióticos, bloques minerales y dietas con mayor acceso a alimentos concentrados con respecto al forraje. Mientras que, en este estudio se consideró una relación 30 – 70 % (concentrado-forraje), usando las especies como un recurso local disponible.

Los indicadores productivos se vieron muy afectados en el aliso al compararlos con las otras forrajeras, este comportamiento pudo estar influido por los menores porcentajes en el aprovechamiento del forraje, sus bajos contenidos en proteínas y altos niveles de fibra, señalándolo como un recurso local con limitaciones para la alimentación de los cuyes.

Al evaluar el comportamiento de los indicadores relacionados con el proceso de sacrificio y obtención de la canal se pudo apreciar que tras el proceso de ayuno de 24 horas previo al faenado los animales en esta investigación, pierden entre el 8 y el 12 % del peso final, pero sin diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

El período de ayuno antes del sacrificio ha resultado controversial, en ocasiones se ha cuestionado el beneficio ya que puede distorsionar los valores porcentuales del rendimiento de la canal. Por otra parte, se hace alusión a cuestionamientos éticos en cuanto al bienestar animal y en el caso de los cuyes a la tradición andina del consumo de la carne de conjunto con las vísceras rojas.

Al respecto Chauca (1997, citado por Cayetano-Roble, 2019) establece que el tiempo de ayuno antes del beneficio influye en el contenido de alimento en el tracto digestivo, obteniendo que los cuyes beneficiados sin previo ayuno tienen menor rendimiento de carcasa (54,48 %) que los que tuvieron 24 horas de ayuno (64,37 %). Según los autores el ayuno no mejora el rendimiento de la canal, más bien distorsiona su valor porcentual.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la edad al sacrificio, que para esta investigación fue a las 17 semanas. En general, los órganos vitales, usados para el mantenimiento de la vida, son los primeros en desarrollarse, en tanto que los destinados a la producción: grasa, músculo, glándula mamaria, entre otras, son más tardíos en su crecimiento. Según Guillén *et al.* (2015) en cuyes el crecimiento se detiene aproximadamente a la semana dieciséis de vida, momento en que se cierran los cartílagos epifisarios de los huesos largos. A partir de esta etapa la fijación de proteína disminuye y los animales maduros empiezan acumular grasa.

Al evaluar los pesos al sacrificio, los valores más bajos fueron para la caña de azúcar y el aliso (tabla III.3), por su parte el peso del pelo tuvo una relación directamente proporcional con el peso de los animales. Los valores más altos fueron para alfalfa con 81 g, mientras

que, los más bajos se presentaron en la caña de azúcar con 47 g. Según Guevara y Carcelén (2014), el pelo puede llegar a representar hasta el 5,5 % del peso total.

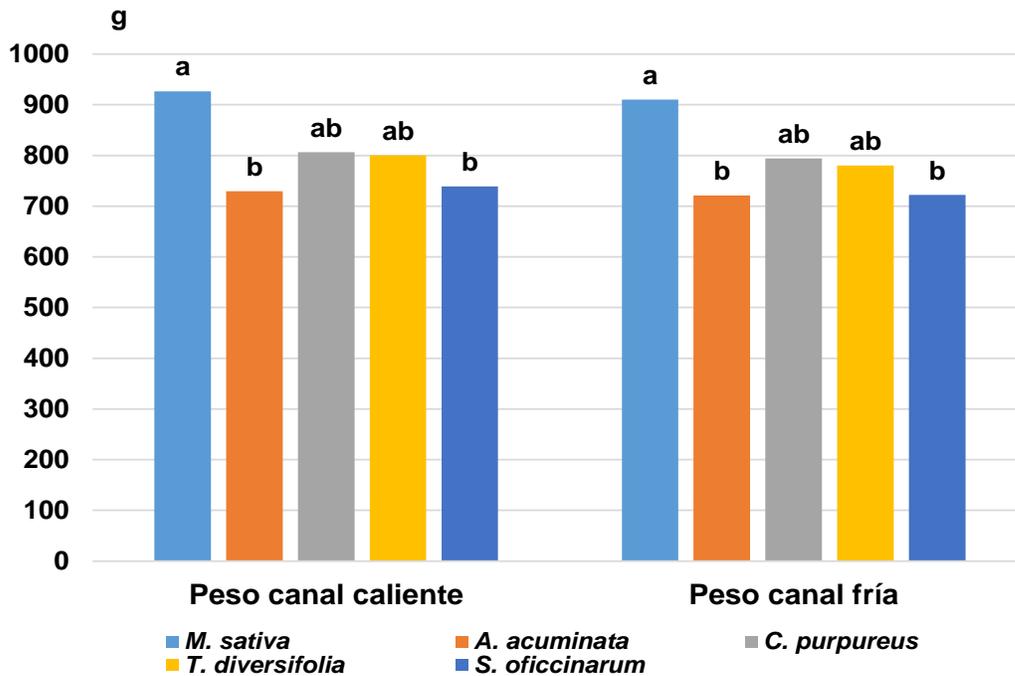
Entre los factores que más influyen en la producción y calidad de la canal del cuy, se encuentran el tipo de alimento, la salud de los animales y el período de ceba. Este indicador se ha podido estimar a partir de mediciones en el animal vivo, como las señaladas por Rubio-Arias (2018). Estudios como estos permiten al ganadero tomar la decisión del momento óptimo de sacrificio de los animales, para obtener el mayor valor comercial de las canales, las mismas deben tener gran cantidad de tejido muscular y mínima de tejido óseo que se acople a las exigencias del mercado.

Tabla III.3. Comportamiento del peso al sacrificio en los animales, g.

Tratamientos	Peso al sacrificio	Peso de los animales sin pelo	Peso pelo
<i>M. sativa</i>	1 339,5 ± 36,34 ^a	1 258,5 ± 33,50 ^a	81,0 ± 7,75 ^a
<i>A. acuminata</i>	1 087,5 ± 36,72 ^b	1 025,2 ± 34,94 ^b	62,25 ± 5,99 ^{ab}
<i>C. purpureus</i>	1 191,0 ± 46,98 ^{ab}	1 130,25 ± 44,37 ^{ab}	60,75 ± 3,25 ^b
<i>T. diversifolia</i>	1 200,5 ± 38,07 ^{ab}	1 138,25 ± 35,37 ^{ab}	62,25 ± 4,83 ^{ab}
<i>S. officinarum</i>	1 045,5 ± 41,82 ^b	998,05 ± 38,25 ^b	47,0 ± 4,91 ^c
Sig.	***	***	**
Valor P	0,00	0,00	0,004

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Tanto en el peso de la canal caliente, como en la canal fría no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos *C. purpureus*, *T. diversifolia* y *M. sativa*, aunque esta última mostró los mejores resultados (figura III.3). La pérdida de peso por el escurrimiento de los fluidos de la matanza entre la canal caliente y fría no supero el 2 %, ni mostró diferencias significativas entre las especies forrajeras.



Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Figura III.3. Peso de la canal caliente y fría en cuy para las especies forrajes evaluados.

En este sentido el peso de la canal tiene influencia en el indicador del rendimiento, considerándose uno de los más importantes. Los resultados alcanzados en esta investigación mostraron que para la utilización de estas especies forrajeras en la alimentación del cuy los valores oscilaron entre 71 y 75,5 %. Aun cuando *M. sativa* muestra numéricamente los mejores resultados, estos no difirieron significativamente ($p > 0,05$) de *T. diversifolia*, *C. purpureus* y *S. officinarum* (tabla III.4).

Tabla III.4. Rendimiento de la canal de los animales para las especies forrajeras evaluadas.

Tratamientos	Rendimiento canal (%)
<i>M. sativa</i>	75,392 ± 28,87 ^a
<i>A. acuminata</i>	71,681 ± 28,63 ^b
<i>C. purpureus</i>	74,383 ± 37,11 ^{ab}
<i>T. diversifolia</i>	74,650 ± 24,17 ^{ab}
<i>S. officinarum</i>	74,378 ± 32,94 ^{ab}
Sig.	***
Valor P	0,00

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Al respecto, Rengifo (2005) y Camino y Hidalgo (2014) obtuvieron rendimiento de las carcasas (canales) similares al de este estudio, con valores de 71,9 y 73 %, al evaluar diferentes alternativas de alimentación: concentrado en forma de pelet y harina, y con concentrados con restricción de la oferta de forraje, respectivamente.

Asimismo, fueron ligeramente superiores a los informados por Canto *et al.* (2018) quienes evaluaron el efecto de la suplementación con probiótico (*Lactobacillus*) en dietas de alfalfa y concentrado, con valores entre 70 y 72 %.

Sin embargo, estos resultados son superiores a los reportados por Choez y Ravillet (2018) quienes obtuvieron rendimiento de carcasa entre 65 y 66 %, en cuyes mejorados alimentados con cuatro niveles de frijol Castilla (*V. unguiculata*) en el concentrado (0, 10, 20 y 30 %) durante la fase de crecimiento – engorde.

Los valores alcanzados para el rendimiento de la canal en *T. diversifolia* son similares a los reportados por Meza *et al.* (2014) quienes evaluaron la inclusión del 20 % de la harina de esta forrajera en la sustitución de alimentos concentrados. Igualmente, para caña de

azúcar con respecto a los informados por Avalos-Sánchez (2010) al utilizar el 20 % de la caña fresca y troceada en dietas mixtas.

Mientras que, *A. acuminata* presentó el rendimiento de la canal, más bajo, debido a que esta especie no cumple con todos los requerimientos nutricionales que necesita el cuy en esa etapa. Según Chauca (2013) se debe ofrecer una dieta balanceada para obtener más cantidad de grasa y músculo, sin embargo, esta plata posee altos porcentaje de fibra (35 %) de fibra y bajas concentraciones de nutrientes digeribles.

Cayotopa-Quintana (2017) afirma que el tipo de alimentación puede afectar el rendimiento de carcasa, teniendo así que los forrajes al tener una tasa de pasaje más lenta, por su menor digestibilidad, hacen que el alimento prolongue su presencia en el tracto digestivo, distorsionando el peso vivo final. Probablemente este haya sido otro de los factores que determinó los valores del rendimiento de la canal en el aliso (71,681 %).

Por otra parte, los rendimientos del cuy son cercanos a los mostrados en cerdos (75-80 %) cuyo fin es la producción cárnica al igual que los de esta especie, pero superiores a los comparados con el rendimiento de otras especies como: bovinos (55-60 %), ovino (44-49 %) (Rubio-Arias, 2018). Esto permite señalar al cuy como una especie con potencial para la producción de carne, dado sus resultados productivos y versatilidad en las fuentes de alimentación empleadas (Guevara *et al.*, 2016).

II.2. Evaluación de los indicadores morfométricos y de la salud animal

La morfometría, en el sentido más amplio se define como el estudio cuantitativo de la forma de los organismos para realizar comparaciones y detectar diferencias, para lo cual se utilizan herramientas como la estadística y/o modelos matemáticos complejos. Durante muchas décadas, las características morfológicas de los organismos han sido un elemento importante en la biología, para realizar comparaciones que se utilizan como base para entender la biodiversidad y buscar explicaciones a la variación fenotípica de los organismos (Hiyagon-Arroyo, 2014).

En la especie *Cavia porcellus* las principales investigaciones han estado encaminadas a evaluar el efecto de la suplementación, el uso de probióticos, prebióticos y simbióticos, y de diferentes estrategias de alimentación en la morfología y la histomorfometría, fundamentalmente del sistema digestivo (estómago, intestino delgado y grueso) dada las características de la fisiología digestiva de esta especie clasificado como un fermentador post gástrico cecal (Hiyagon-Arroyo, 2014; Gonzales-Vivas, 2018; Puente-Valverde, 2018).

Basándonos en la escasa información básica que existe sobre la anatomía y morfometría en cuy, consideramos necesario la evaluación del efecto de las especies forrajeras sobre el peso de los órganos. Con el cual se espera colaborar de forma indirecta con el manejo nutricional y la biología de esta especie.

En este sentido, la tabla III.5 muestra los resultados para el peso de los órganos blancos en cuyes en la etapa de crecimiento-ceba, alimentados con especies forrajeras en sistemas mixtos. El peso del estómago no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Igual comportamiento se pudo apreciar en el aparato reproductor y la vejiga. Sin embargo, para el peso del intestino delgado y grueso se observó una relación inversamente proporcional de un órgano con respecto al otro.

Tabla III.5. Peso de los órganos blancos en los cuyes para los tratamientos evaluados, g.

Tratamientos	Estómago	Intestino delgado	Intestino grueso	Aparato reproductor y vejiga	Relación ID-IG (%)
<i>M. sativa</i>	22,25 ± 2,10	37,00 ± 1,73 ^c	119,00 ± 6,09 ^a	34,50 ± 1,76	23,7/72,3
<i>A. acuminata</i>	22,75 ± 2,14	48,25 ± 4,58 ^{ab}	90,50 ± 5,63 ^c	29,50 ± 1,68	34,7/65,3
<i>C. purpureus</i>	24,75 ± 3,21	55,50 ± 4,42 ^a	91,75 ± 6,18 ^{bc}	33,00 ± 1,55	37,7/62,3
<i>T. diversifolia</i>	25,00 ± 2,95	54,25 ± 3,83 ^{ab}	105,25 ± 7,28 ^{ab}	31,50 ± 2,16	36,1/63,9
<i>S. officinarum</i>	20,75 ± 2,64	39,50 ± 3,70 ^{bc}	69,75 ± 5,43 ^d	37,00 ± 1,73	36,2/63,8
Sig.	NS	*	***	NS	
Valor P	0,20	0,03	0,00	0,56	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

El menor peso del intestino delgado (ID) fue para el tratamiento con *M. sativa*, que difirió significativamente ($p \leq 0,05$) del resto de las especies forrajeras. Mientras que, para intestino grueso (IG) los mayores valores fueron para esta misma especie, pero sin diferencias significativas con respecto a los animales que consumieron *T. diversifolia*.

El aumento del tamaño del ID en los tratamientos experimentales, podría suponer una contribución importante en los procesos de digestión y absorción en los cuyes. El intestino delgado cumple con diferentes funciones entre ellas: secreción, digestión y absorción de nutrientes, regeneración celular y participa activamente como parte del sistema inmune específico y no específico. En estudios histoanatómicos e inmunofisiológicos se pudo apreciar que las células del sistema inmune intestinal tienen una posición estratégica para establecer una primera línea de defensa en estrecha colaboración con el sistema nervioso entérico (Gonzales-Vivas, 2018; Puente-Valverde, 2018, Valdizán-García, 2018).

Se apreció una mejor relación entre el peso del ID con el IG, siendo aproximadamente de 35-65 % para los tratamientos experimentales y de 25-75 % para la alfalfa. Un comportamiento similar fue señalado por Contino-Esquijerosa *et al.* (2017) al evaluar el efecto de una dieta no convencional a base de morera (*Morus alba* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), en el desarrollo intestinal de cerdos en crecimiento-ceba.

Según Miranda-Hevia *et al.* (2016) el ecosistema intestinal está interrelacionado con la alimentación, y el sustrato que se usará como fuente de nutrientes tanto por parte de las bacterias como por parte de las células del animal. Por tanto, la dieta tiene un papel relevante en la anátomo-fisiología de estos órganos y en la salud intestinal de los animales.

Investigaciones realizadas por Puentes *et al.* (2019) al evaluar el efecto de la suplementación con diferentes niveles de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado reportaron diferencias significativas ($p < 0.001$), para la relación longitud/profundidad en el duodeno y la longitud de las vellosidades en el íleon, cuando se utilizaron las mayores concentraciones del probiótico.

Al respecto, Puente-Valverde (2018) al evaluar la morfometría intestinal en cuyes suplementados con diferentes niveles de ácidos orgánicos (100ppm, 200ppm y 300ppm), a los 49 y 84 días, respectivamente, observó que la inclusión de estos compuestos tiene un efecto positivo sobre estos indicadores, fundamentalmente en cuyes de crecimiento.

Para esta especie el desarrollo anatómico del intestino grueso tiene una función vital, ya que en él se produce el 65 % de la digestión intestinal y hasta 55 % de digestibilidad de la FND (Johnson-Delaney, 2016). Según Adebowale *et al.* (2019) esta función intestinal, unida al tiempo de retención y velocidad de pasaje de la ingesta por el tracto gastrointestinal, el grado de saculación del ciego, y la mucosa densa y plegada, permiten al cuy una mayor producción de ácidos grasos de cadena corta contribuyendo significativamente al metabolismo de la especie. Sin embargo, se necesita de una alimentación balanceada con niveles adecuados de fibra en la dieta, ya que el incremento del peso del tracto gastrointestinal podría afectar negativamente el rendimiento de carcasa (Canto *et al.*, 2018).

La tabla III.6 muestra los resultados, pero para el peso de los órganos rojos en los cuyes alimentados con especies forrajeras. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) para el peso del hígado, con el mayor valor para los animales suplementados con *M. sativa*, el cual no difirió significativamente de los grupos que recibieron *C. purpureus* y *T. diversifolia*. Mientras que, el tratamiento con caña de azúcar (*S. officinarum*) mostró los valores más bajos para todos los órganos evaluados.

Tabla III.6. Peso de los órganos rojos en los cuyes para los tratamientos evaluados, g.

Tratamiento	Hígado	Bazo	Riñones	Pulmones	Corazón
<i>M. sativa</i>	61,25 ± 2,10 ^a	4,25 ± 0,45	15,50 ± 0,98	14,50 ± 0,82	6,75 ± 0,53
<i>A. acuminata</i>	55,00 ± 2,14 ^b	4,00 ± 0,54	17,50 ± 0,82	13,00 ± 0,76	5,50 ± 0,50
<i>C. purpureus</i>	58,00 ± 2,90 ^a	3,50 ± 0,33	17,25 ± 0,92	13,00 ± 0,65	4,75 ± 0,53
<i>T. diversifolia</i>	59,00 ± 2,59 ^a	3,25 ± 0,37	18,00 ± 1,13	13,25 ± 0,99	4,75 ± 0,53
<i>S. officinarum</i>	45,75 ± 2,18 ^{bc}	3,00 ± 0,38	14,25 ± 1,16	11,50 ± 0,63	4,50 ± 0,50
Sig.	**	NS	NS	NS	NS
Valor P	0,01	0,213	0,68	0,140	0,25

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Resultados similares fueron informados para el peso de los riñones y corazón por Airahuacho-Bautista y Vergara-Rubín (2017) quienes evaluaron dos niveles de energía digestible (2,7 y 2,9 Mcal) en el alimento sobre el rendimiento productivo de cuyes de genotipo mejorado durante la fase de crecimiento posdestete. Sin embargo, el peso del hígado fue inferior a los resultados alcanzados en el presente estudio, lo cual pudo estar relacionado con la edad de los animales y la duración del período experimental.

Según los autores los valores más bajos del peso de los órganos se correspondieron con las dietas cuyo aporte de nutrientes está por debajo de lo recomendado, esto pudiera explicar el comportamiento del grupo alimentado con caña de azúcar, ya que esta especie fue la de más bajo contenido de proteína y de menor aprovechamiento del forraje durante la etapa experimental. Según Typpo *et al.* (1985), los cambios en el peso de los órganos son el mejor criterio para determinar el efecto de las dietas en los indicadores productivos y de salud de los animales.

La tabla III.7 muestra el comportamiento de los indicadores hematológicos. No se encontraron diferencias significativas para el conteo de eritrocitos y el hematocrito en las especies evaluadas. Los resultados se encuentran en el rango superior permitido como normales para la especie según lo señalado por Vidalon-Romo (2014).

Según Gonzales-Vivas (2018) y Matute-Orellana (2019) la concentración de los componentes de la sangre sufre oscilaciones en forma permanente. Los desacuerdos entre los valores hematológicos normales obtenidos por diversos autores llevaron a definir que los principales factores de variación del hemograma se centrarían en el tamaño y origen de la muestra, el sexo, la raza, la salud, la actividad muscular, la temperatura ambiental, la altitud, el estado nutritivo y de hidratación de los animales; así como el método de recolección de sangre y las técnicas laboratoriales empleadas.

Tabla III.7. Indicadores hematológicos.

Tratamientos	Eritrocitos	Hematocritos	Leucocitos
<i>M. sativa</i>	9,36 ± 0,21	58,50 ± 1,28	6,54 ± 0,63 ^b
<i>A. acuminata</i>	8,88 ± 0,16	55,50 ± 1,03	12,38 ± 1,97 ^a
<i>C. purpureus</i>	9,11 ± 0,25	56,88 ± 1,52	11,18 ± 2,6 ^a
<i>T. diversifolia</i>	8,96 ± 0,18	56,00 ± 1,10	14,24 ± 1,51 ^a
<i>S. officinarum</i>	8,60 ± 0,22	53,75 ± 1,39	12,24 ± 2,11 ^a
Sig.	NS	NS	*
Valor P	0,135	0,138	0,05

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Un aspecto importante para tener en cuenta es las condiciones geográficas, ya que con la altura se puede apreciar un aumento de la serie roja, como respuesta a la compensación de otros indicadores fisiológicos en los animales (Silva-Flores, 2019). En investigaciones realizadas por Tapia-Quiroga (2019) para determinar los valores del hemograma en cuyes hembras apreció que los parámetros estudiados tuvieron diferencias significativas con respecto a los valores de referencia, y en varios de los indicadores se alcanzaron rangos más amplio que la bibliografía citada, señalando que tanto la aptitud como el clima infieren en los resultados de hemograma y química sanguínea para cuyes en sistemas de explotación bajo estas condiciones geográficas.

Por otra parte, cuando hay un aumento del recuento de eritrocitos, la causa más común de este aparente incremento es la deshidratación, dado en una disminución en el volumen del plasma y no a un incremento en la cantidad de eritrocitos (Vidalon-Romo, 2014). Sin embargo, para este caso no se apreciaron signos de deshidratación en los animales bajo experimentación.

Un aspecto importante para tener en cuenta es las condiciones geográficas, ya que con la altura se puede apreciar un aumento de la serie roja, como respuesta a la compensación

de otros indicadores fisiológicos en los animales. Por otra parte, cuando hay un aumento del recuento de eritrocitos, la causa más común de este aparente incremento es la deshidratación, dado en una disminución en el volumen del plasma y no a un incremento en la cantidad de eritrocitos (Vidalon-Romo, 2014). Sin embargo, para este caso no se apreciaron signos de deshidratación en los animales bajo experimentación.

Al evaluar el conteo de leucocitos se encontraron diferencias significativas entre todas las especies con respecto a la alfalfa que mostró los valores más bajos, por debajo del límite mínimo. El aumento del recuento leucocitario está relacionado con un proceso de defensa activa ya que ellos participan en todas las infecciones bacterianas o lesiones inflamatorias. Sin embargo, el que los animales muestren este comportamiento no permite inferir que sea necesariamente asociado a un proceso patológico o una influencia en la dieta.

La tabla III.8 muestra los indicadores relacionados con la química sanguínea, los cuales se encuentran dentro del rango permitido para la especie según lo referido por Vidalon-Romo (2014). No se encontraron diferencias significativas entre las especies forrajeras para las proteínas totales (PT), aunque los valores más bajos correspondieron al tratamiento con *S. officinarum*. Según Ayvar-Coronado (2018) el hígado es el lugar principal para la síntesis de PT, pudiendo haber influido en este comportamiento si tenemos en cuenta que el peso de este órgano fue menor para los animales que consumieron esta especie.

Un comportamiento inverso se apreció para la glucosa donde esta especie forrajera (*S. officinarum*) alcanzó los mayores valores, como era de esperar por su composición química, aunque no mostró diferencias significativas con respecto a *M. sativa*, *A. acuminata* y *C. purpureus*, pero sí con respecto a *T. diversifolia* que se encuentra en el límite inferior para este indicador.

Tabla III.8. Indicadores químicos en sangre.

Tratamientos	Proteínas totales	Glucosa	Albúminas
<i>M. sativa</i>	66,38 ± 1,22	104,00 ± 3,26 ^b	42,88 ± 1,42 ^a
<i>A. acuminata</i>	70,50 ± 2,01	105,50 ± 2,79 ^b	31,95 ± 2,37 ^{bc}
<i>C. purpureus</i>	66,88 ± 1,91	107,25 ± 3,11 ^b	32,70 ± 1,55 ^{bc}
<i>T. diversifolia</i>	67,50 ± 1,75	75,88 ± 1,83 ^a	36,50 ± 1,73 ^{ab}
<i>S. officinarum</i>	63,75 ± 2,74	114,50 ± 5,81 ^b	29,35 ± 1,30 ^c
Sig.	NS	***	***
Valor P	0,22	0,00	0,00

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,001$).

Por su parte, la albumina mostró diferencias significativas ($p < 0,001$) entre las especies forrajeras, *M. sativa* alcanzo valores que sobrepasan el límite superior del rango normal. Mientras que, *S. officinarum* expone el contenido más bajo, pero sin diferencias significativas con respecto a *A. acuminata* y *C. purpureus*.

La evaluación de los parámetros hematológicos y bioquímicos son importantes para determinar las alteraciones a nivel clínico, así como también para conocer el estado nutricional, pero su utilidad en la crianza de cuyes es poco difundida. Aunque se reconoce el valor de estos indicadores, la cantidad de investigaciones desarrolladas hasta el momento no permiten hacer una discusión a partir de los resultados alcanzados, en ocasiones controversiales, debido a la diversidad de factores que influyen en la respuesta de esta especie bajo diferentes sistemas de producción, razón por la cual se hace necesario continuar las investigaciones en estos temas.

Fueron identificadas durante la investigación que las principales causas de enfermedad fueron el timpanismo, la coccidiosis y la desnutrición (Figura III. 4). La coccidiosis ha sido señala de las causas que más afectan la producción de esta especie al igual que el

conejo. Esta parasitosis tuvo una alta presencia dentro de los animales lo que hizo necesario la aplicación de tratamiento químico con albendazol.

Su presencia fue superior en los animales del tratamiento con pasto morado, dado los contenidos de agua del forraje, aspecto que motivo modificaciones en el suministro de este forraje y que estuvieron vinculadas a someterlo a un período de oreo para reducir sus contenidos de humedad.

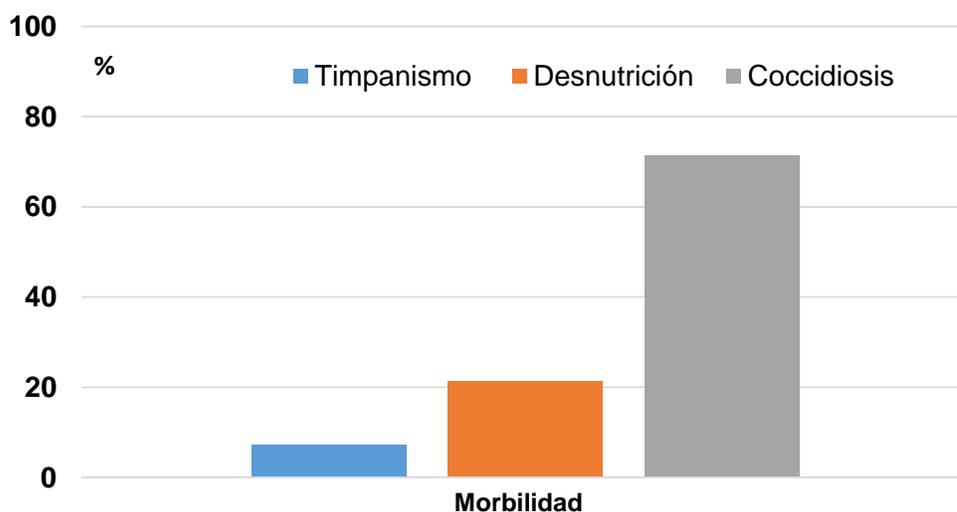


Figura III.4. Principales causas de morbilidad en los animales, %.

Esta morbilidad tuvo un impacto negativo en el crecimiento de los animales para este tratamiento, pues aun cuando al final de la etapa no mostró diferencias significativas para el peso final con respecto a los demás tratamientos, si implicó cambios en la atención y el manejo de los animales y un comportamiento atípico con respecto a las otras especies forrajeras.

Los valores de desnutrición estuvieron relacionados con el aliso al parecer por su composición nutricional y bajo aprovechamiento del forraje, aspectos que ya fueron abordados anteriormente.

III.3. Valoración bio-económica de la alimentación

La valoración bio-económica de la investigación se observa en la tabla III.9. Los valores de retribución económica a partir de la alimentación oscilaron desde 1,93 hasta 5,32.

La menor rentabilidad fue para el tratamiento con alfalfa, fundamentalmente por los gastos que se incurren en la mano de obra para el corte y las labores culturales que deben ser realizadas en este cultivo. Dado que el tipo de suelo en el que se encuentra la finca se clasifica como Vertisol, y aun cuando son profundos presentan pH que varían de 5,5 a 6,5 que necesitan enmiendas agroquímicas para el cultivo de esta especie.

La mayor rentabilidad se registró para el aliso, dado a que constituye un recurso local disponible que no necesita de gastos en cuanto al manejo y atención de los árboles. Sin embargo, desde el punto de vista biológico los resultados productivos para esta forrajera fueron los más bajos y presupone un alargamiento del período de ceba para alcanzar el peso óptimo al sacrificio.

Integralmente, haciendo un análisis de la respuesta productiva de los animales y los costos en la alimentación y el manejo, los mejores resultados se correspondieron con *T. diversifolia*. Dentro de las especies forrajeras, *T. diversifolia* se expone como una planta de alto valor nutricional, de fácil acceso y manejo sencillo para el pequeño y mediano productor, ya que es capaz de adaptarse a disímiles condiciones edáficas, es de fácil establecimiento y crece en pisos climáticos como los de este estudio. Tiene una buena palatabilidad, tolerante al corte con altos rendimientos de forraje materia seca y excelente composición bromatológica.

Tabla III.9. Retribución económica de las especies evaluadas.

Indicadores	TRATAMIENTOS				
	<i>Medicago sativa</i>	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Cenchrus purpureus</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Saccharum officinarum</i>
Número de animales vendidos	8	8	8	8	8
Precio de venta (\$)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Ingreso bruto total (\$)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Alimentación					
Concentrado					
Consumo total por animal (kg)	4,54	5,28	5,27	4,84	4,81
Precio (\$/kg)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Egresos por concentrado (\$/animal)	2,07	3,43	3,43	3,15	3,13
Egresos totales por concentrado	16,56	27,47	27,40	25,17	25,01
Forraje					
Consumo (kg)	20,00	22,40	23,19	20,53	22,15
Precio (\$/kg)	0,30	0,06	0,16	0,12	0,18
Egresos por forraje (\$/animal)	6,00	1,34	3,71	2,46	3,99
Egresos totales por forraje	48,00	10,72	26,68	19,68	31,99
Costo de la alimentación total	64,56	38,19	54,08	44,85	57
Retribución económica por cuy	1,93	5,22	3,24	4,39	2,88

Esta especie sudamericana puede ser considerada tan importante como la alfalfa (*Medicago sativa*), la cual requiere corrección del suelo, altos niveles de fertilidad y manejo planificado, además de requerir prácticas agronómicas de conservación de forrajes para maximizar su potencial de producción y manejo controlado para evitar timpanismo en los animales que la consumen. *T. diversifolia*, a diferencia de *M. sativa* se adapta bien a altas humedades y temperaturas ambientales y tiene mínimos problemas con enfermedades o plaga.

Los cuyes son criados para la venta en mercados y en forma ambulatória, así como para el autoconsumo, fiestas patronales y ceremonias costumbristas. Es así que la cría de animales menores juega un papel primordial en la estrategia de vida de las familias asentadas en zonas productivamente marginales, donde los animales se encuentran íntimamente ligados a todas sus actividades y forman parte de su cosmovisión (Califano y Echazú, 2013; Castañeda *et al.*, 2014). De esta manera, contar con otras estrategias significa una contribución importante a la crianza de esta especie en el Austro Ecuatoriano.

CONCLUSIONES

- Los mejores resultados para los indicadores productivos fueron alcanzados en el tratamiento con *M. sativa* pero sin diferencias significativas con respecto a *T. diversifolia*, quien mostró la mejor conversión alimenticia.
- Los indicadores de la canal mostraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con los mejores resultados para *M. sativa* y *T. diversifolia* con valores superiores al 74 % para el rendimiento de la canal.
- El estudio morfométrico solo mostró diferencias significativas para el peso del hígado, el intestino delgado y grueso, con una mejor relación de las proporciones entre los intestinos en los tratamientos con las especies forrajeras con respecto a *M. sativa*.
- El análisis bio-económico señala a *T. diversifolia* como una especie con alto potencial para la alimentación de los cuyes en la región.

RECOMENDACIONES

- Continuar las investigaciones sobre el potencial de estas especies forrajeras para la alimentación de cuyes en la región.
- Evaluar la combinación de las especies forrajeras en dietas mixtas.
- Estudiar las combinaciones de diferentes dietas utilizando probióticos para potenciar el uso de la fibra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adebawale, T. O.; Yao, K. & Oso, A. O. Major cereal carbohydrates in relation to intestinal health of monogastric animals: a review. *Anim Nutr.* 5:331-339, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2019.09.001>.
2. Agronegocios. Importancia de la cuyicultura en Ecuador. <http://agronegociosecuador.ning.com/page/importancia-de-la-cuyiculturaAgrosolChota>. [18/6/2018], 2013.
3. Aguilar-Quintana, Eberth D. *Producción de biomasa forrajera de variedades o ecotipos de alfalfa (Medicago Sativa L.) en el sector humedades del distrito de Salas – Lambayeque*. Tesis presentada como requisito para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
4. Aguirre-Mendoza, Z.; Reyes Jiménez, B.; Quizhpe Coronel, W. & Cabrera, A. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa.* 24 (2):543–556, 2017. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/>.
5. Airahuacho-Bautista, F. E. & Vergara-Rubín, V. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas decrecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). *Rev Inv Vet Perú.* 28 (2):255-264, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2>.
6. Albert, A.; Vera, M. & Savón, L. Digestibilidad de nutrientes de las especies *Trichantera gigantea* (H & B) (nacedero) *Morus alba* L. (Morera) y *Erythrina poeppigiana* (walp. O.F.) (Piñón) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). En: Memorias. *IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*. Varadero, Cuba. 2006.

7. Altamirano-Muñoz, Lila. *Evaluación comparativa del forraje verde hidropónico de maíz y chala en cuyes mejorados (Cavia porcellus)*. Tesis presentada como requisito para optar el título profesional de Médico Veterinario. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015.
8. Álvarez-Perdomo, G. R.; Barba Capote, C.; Velasco Martínez, A. E.; Samaniego Armijos, M. C.; Jacho Macías, T. E.; Muñoz Cornejo, J. A. *et al.* La especie *Cenchrus purpureus* una alternativa para la producción de forraje. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*. 18 (4): 1-10, 2017. DOI: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040417.html>.
9. Alvarado-Zuta, R. *Efecto de la yaca (Artocarpus heterophyllus) y alfalfa (Medicago sativa) en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en fase de crecimiento y engorde*. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Cutervo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
10. Andrade-Yucailla, Verónica; Mazo, Lida; Vargas, J. C. & Lima Orozco, R. Comportamiento productivo de cuyes en crecimiento–ceba alimentados con forraje de *Ipomoea batatas* L. en la región Amazónica Ecuatoriana. *Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo*. 2 (1):24-28, 2015.
11. Andrade-Yucailla, Verónica; Fuentes, I.; Vargas-Burgos, J. C.; Lima-Orozco, R. & Jácome, A. Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*. 17 (1): 1-7, 2016. DOI: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010116.html>.
12. AOAC (Association of Official Agricultural Chemist). Official methods of analysis. 18th edition international 481 North Frederick Avenue, Maryland. USA, 2016.

13. Apráez-Guerrero, J. E.; Fernández-Páramo, Lissette & Hernández-González, A. Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y la calidad de la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet.zootec.* 5 (1):20-25, 2011.
14. Archetti, E. P. Análisis de la producción, formas de consumo, comercialización y simbología del cuy en ocho comunidades de la sierra ecuatoriana. Quito, Ecuador: CEPLAES, 424 p., 1984.
15. Aulestia-Guerrero, E.; Jiménez, L.; Quizhpe-Palacios, J. & Capa-Mora, D. *Alnus acuminata* kunth: una alternativa de reforestación y fijación de dióxido de carbono. *Bosques Latitud Cero.* 8 (2):64-74, 2018.
16. Avalos-Sánchez, Consuelo del R. *Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 40, 60 y 80 %) más alfalfa en crecimiento y engorde de cuyes.* Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010.
17. Avilés, D.; Martínez, A.; Landi, V. & Delgado, J. El cuy (*Cavia porcellus*). Un recurso andino de interés agroalimentario. *Animal Genetic Resources.* 55:87-91, 2014.
18. Ayvar-Coronado, J. E. *Parámetros hematológicos y bioquímicos nutricionales en Cavia porcellus suplementados con probiótico Lactobacillus spp.* Tesis para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2018.
19. Bazán-Blas, F.; León Salvador, R.; Ling Laguna, A.; Zuiko Fuyoko, A.; Alarcón Mandujano, P. & Linares Peña, G. Crianza de cuyes. Mi Chacra Emprendedora. FONCODES. Lima, Perú. Tarea Asociación Gráfica Educativa. 2014.
20. Bazán-García, A.; Cubas Bazan, P.; Canches Gonzales, A.; Díaz García, A. & Mariano Santiago, Heli. Parámetros productivos en cuyes de la línea Perú (*Cavia*

- porcellus*) alimentados con alfalfa fresca (*Medicago sativa*) y diferentes proporciones de harina de sangre de bovino. *Investigación Valdizana*. 10 (1):21-24, 2016.
21. Burgos, W.; Solarte, C. & Cerón, M. Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae). *Rev Lasallista Investig*. 7:47-55, 2010.
22. Caballero-Gómez, A.; Martínez-Zubiaur, R. O.; Hernández-Chavez, Marta B. & Navarro-Boulandier, Marlen. Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone. *Pastos y Forrajes*. 39 (2):94-101, 2016.
23. Caiza-Marcillo, María B. *Evaluación de tres sistemas de producción en la crianza de cuyes en fase de crecimiento y engorde en la explotación cuyera andina ubicada en la provincia de Imbabur*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017.
24. Calderón-Abad, A. E. *Evaluación de bloques nutricionales formulados con diferentes fuentes de energía en la alimentación de cobayos (Cavia porcellus) en la etapa de crecimiento y engorde en el cantón Saraguro*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2019.
25. Camino, J. & Hidalgo, V. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev. investig. vet., Perú*. 25 (2):190-197, 2014.
26. Canto, F.; Bernal, W. & Saucedo, J. Efecto de suplementación con probiótico (*Lactobacillus*) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos

- de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*. 2 (2):39-44, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.317>.
27. Carrera-Ramírez, Lucero K. & Cruz-Carrasco, M. R. *Estudio biogénico de las emisiones de las especies Pinus radiata, Eucalyptus globulus Labill y Alnus acuminata en el cantón Riobamba*. Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, 2019.
28. Castro-Bedriñana, J.; Chirinos Peinado, Doris & Calderón Inga, J. Calidad nutricional del rastrojo de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) en cuyes. *Rev Inv Vet Perú*. 29 (2):410-418, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.13405>.
29. Castro-LLamoca, Y. *Efecto del reemplazo total y parcial del heno de alfalfa (Medicago sativa) con heno de avena (Avena sativa) en raciones integrales y semiintegrales para cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento, anexo de Lontojoya, distrito de Orcopampa-Arequipa*. Tesis presentada para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María, 2016.
30. Cayetano-Robles, Jovana L. *Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (Cavia porcellus) bajo dos sistemas de alimentación*. Tesis para optar por el grado de Master en Producción Animal. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.
31. Cayotopa-Quintana, A. J. *Efecto de la yaca (Artocarpus heterophyllus) y maralfalfa (Pennisetum sp.) en el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en fase de crecimiento y engorde*. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Cutervo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.

32. Chauca, Lilia. Crianza del cuy (*Cavia porcellus*) y su impacto en el desarrollo rural. En: Memorias. *XXXVI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal*. Lima, Perú: APPA, 2013.
33. Chauca, Lilia. Impactos y retos en la investigación en cuyes para su desarrollo y consolidación empresarial. En: Memorias. *Simposio Nacional Avances y Perspectivas en la Producción de cuyes*. Lima, Perú: UNALM, 2016.
34. Chauca, Lilia. Situación de la cavicultura en el Perú. En: Memorias. *V Congreso Nacional del Cuy*. Lima, Perú: UNMSM, 2018.
35. Chauca, Lilia. Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15 (Supl. 1):223-228, 2007.
36. Choez, Katherine & Ravillet, V. Frejol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como ingrediente en raciones de crecimiento-engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados. *Rev Inv Vet Perú.* 29 (1):180-187, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14086>.
37. Chunchu-Viñamagua, Jessica M. *Determinación de los costos de producción en el criadero de cuyes El Ari de la parroquia Gualiel, del cantón Loja. Periodo del 01 septiembre al 31 de diciembre del 2017*. Tesis previa para optar por el título de Ingeniera en Contabilidad y Auditoría, Contador Público – Auditor. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2019.
38. Condori-Apaza, R. W. Evaluación de bajos niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con exclusión de forraje. Tesis presentada para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014.
39. Contino-Esquiñerosa, Y.; Herrera-González, R.; Ojeda-García, F.; Iglesias-Gómez, J. M. & Martín-Martín, G. J. Evaluación del comportamiento productivo en cerdos en

- crecimiento alimentados con una dieta no convencional. *Pastos y Forrajes*. 40 (2):152-157, 2017.
40. Contreras, J. L.; Cordero, A. G.; Curasma, J. & Del Solar, J. Influencia ambiental sobre el valor nutritivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) En los andes peruanos. *Compend. cienc. vet.* 09 (01):07-14, 2019.
41. Coronel-Bustamante, D. *Identificación de variedades de café especial en las parcelas agroforestales certificadas en Jaén y San Ignacio*. Tesis presentada para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental. Jaén, Perú: Universidad Nacional de Jaén. 2019.
42. De Souza, P.; Faturi. C.; De Souza, L.; Da Silva, E.; Coutinho, A. & Rodríguez, J. Nutritional value of Elephant grass genotypes. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 52 (10):1-6, 2017.
43. del Pozo, P.P. Los sistemas Silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales: Experiencias de su aplicación en Cuba. *Cadernos de Agroecología – Anais do III Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens*. V. 14, N° 2, 2019.
44. Delgado, A. *Evaluación de un fitoquímico y ácidos orgánicos sobre la eficiencia productiva en cuyes machos en etapas de crecimiento y acabado*. Tesis presentada como requisito para optar por el título profesional de Médico Veterinario. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018.
45. Delgado-Fernández, Nidia S. *Evaluación del uso de la harina de plátano (Musa paradisiaca) en la ración crecimiento-engorde sobre el comportamiento productivo en cuyes machos raza Perú (Cavia porcellus)*. Tesis presentada para optar el título profesional de Médico Veterinario. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.

46. Dunnum, J. & Salazar, J. Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae). Blackwell Verlag GmbH, 13 p., 2010.
47. Ecurra, Amanda E. *Polen de abejas, en la ración de cuyes (Cavia porcellus) en fase de engorde*. Tesis presentada para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
48. Gásquez, A. & Blanco, A. Tratado de histología veterinaria. 1a ed. España: Editorial Masson S.A., 512 p., 2004.
49. Gómez-Merino, F. C.; Trejo-Téllez, L. I.; Sentíes-Herrera, H. E.; Pérez-Sato, J. A. & Salazar-Ortiz, J. La Caña de Azúcar Ofrece más que Azúcar: Oportunidades de Diversificación. *Agroentorno*. 166:24-25, 2015.
50. Gonzalez-Vivas, Lorena Y. *Efecto de los probióticos, prebióticos y simbióticos sobre la morfología intestinal y parámetros sanguíneos (serie eritrocítica y serie leucocítica) en cuyes (Cavia porcellus) de engorde desafiados con Salmonella typhimurium*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
51. Gualoto-Lata, G. A. *Evaluación de diferentes niveles de harina de Pennisetum violaceum (Maralfalfa) en la elaboración de bloques nutricionales y su utilización en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
52. Guevara, J. & Carcelén, F. Efecto de la suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*. 17 (2):69-74, 2014.

53. Guevara, J.; Rojas, S.; Carcelén, F.; Bezada, Sandra & Arbaiza, Teresa. Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de *Sacha Inchi*. *Rev Inv Vet Perú*. 27 (4):715-721, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i4.12560>.
54. Guillén, K.; Grandez, R.; Chauca, L.; Chauca, D. & Valencia, R. Estudio descriptivo de la anatomía radiográfica ósea del cuy (*Cavia porcellus*) no mejorado y el cuy mejorado raza Perú. *Rev. Salud y tecnología veterinaria*. 3 (2):68-77, 2015.
55. Hiyagon-Arroyo, A. *Estudio Morfométrico del Estómago del Cobayo (Cavia Porcellus) Lactante*. Tesis de grado presentado como requisito para optar por el Título de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.
56. Hurtado, D.; Nocua, S.; Narváez, W. & Vargas, J. Valor nutricional de la morera (*Morus* sp.), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet.zootec*. 6 (1):56-65, 2012.
57. Huamaní, G; Zea, O.; Gutiérrez, G. & Vílchez, C. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev. Inv Vet Peru*. 27 (3):486-494. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>.
58. Idrogo-Cubas, G. *Harina de camote (Ipomoea batatas, L.) en la ración de cuyes durante su crecimiento y engorde*. Tesis presentada para optar por el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Cutervo, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2017.
59. INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*).

http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_%20cuy. [20/5/2019], 2014.

60. Jaime, A.; Rosemberg, M. & Echevarría, M. Efecto de la edad y estación sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*) en la costa central. *Scientia Agropecuaria*. 10 (1):137-141, 2019.
61. Jiménez, R. & Huamán, A. Manual para el manejo de reproductores híbridos especializados en la producción de carne. Subproyecto Desarrollo y evaluación de reproductores para maximizar la producción de cuyes de carne. Junín, Perú: IVITA-FMV-UNMSM-INCAGRO, 175 p., 2010.
62. Jiménez, R.; Huamán, R. & Díaz, C. Desarrollo de un índice de condición corporal en cuyes: relaciones entre condición corporal y estimados cuantitativos de grasa corporal. *Rev Inv Vet Perú*. 23:420-428, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v23i4.948>
63. Johnson-Delaney, C. Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. *Eastsid Avian & Exot Ani Med Cent Publ*. 110:9-17, 2006.
64. Johnson-Delaney, C. *Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system*. 27th Annual Association of Exotic Mammal Veterinarians and Association of Avian Veterinarians. Conference & Expo. San Antonio, Texas, USA. 2016.
65. Junqueira, L. C. & Carneiro, J. Histología básica. 6a ed. España: Editorial Masson S.A., 640 p., 2006.
66. Kesting, U. Vortragstagung der geseilschaft for tierernahrung der DDR. *Sektion tierernahrung*. 1: 306, 1977.

67. Kondo, M.; Yoshida, M.; Loresco, M.; Lapitan, R.; Rommel, J.; Herrera, M. *et al.* Nutrient contents and in vitro ruminal fermentation of tropical grasses harvested in wet season in the Philippines. *Advances in Animal and Veterinary sciences*. 3 (12):694-172, 2015.
68. Lezcano, Yohanka; Soca, Mildrey; Ojeda, F.; Roque, E.; Fontes, D.; Montejo, L. *et al.* Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A Gray, en dos etapas de dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y forrajes*. 35 (3):275–282, 2012.
69. Londoño, J.; Mahecha, Liliana & Angulo, J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 11 (1), 2019. DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693>.
70. Lounglawan, P.; Lounglawan, W. & Suksombat, W. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier Grass (*Pennisetum Purpureum* x *Pennnisetum America-num*). *Science Direct Proceeding*. 8:27-31, 2014.
71. Lucana-Salazar, J. C. *Evaluación económica, de la rentabilidad de la producción de cuyes en las cuatro principales zonas productoras de la región Amazonas (Luya, Pomacochas, Molinopampa, Mendoza)*. Trabajo de titulación para la obtención del título de Licenciado en Administración de Empresas. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2016.
72. Lozada, Patricia; Jiménez, R.; San Martín, F. & Huamán, Amparo. Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 24 (1):25-31, 2013. DOI:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000100003&lng=es&tlng=es.

73. Matute-Orellana, C. A. *Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea de cuyes machos (Cavia porcellus) en condiciones de altitud*. Trabajo de titulación presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2019.
74. Mejía-Díaz, E.; Mahecha-Ledesma, L. & Angulo-Arizala J. *Tithonia diversifolia*: especie for grazing in silvopastoral systems and methods for estimating consumption. *Agronomía Mesoamericana*. 28 (1):289-302, 2017. DOI: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/22673/27396>.
75. Meza, E.; Raymondi, J. & Cisneros, S. Evaluación genética de un plantel de cuyes reproductores de genotipo Perú. *Rev Inv Vet Peru*. 28:293-298, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13067>.
76. Meza-Bone, G. A.; Cabrera-Verdezoto, R. P.; Morán-Morán, Jéssica J.; Meza-Bone, F. F.; Cabrera-Verdesoto, C. A.; Meza-Bone, C. J. *et al.* Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia* (Arica). 32 (3):75-80, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>.
77. Miranda-Hevia, R.; Gómez-García, M.; Carvajal-Urueña, Ana & Rubio-Nistal, R. Herramientas para mejorar la salud intestinal en el ganado porcino. En: Aditivos y promotores del crecimiento. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [20/3/2019], 2016.
78. Moncayo, R. Producción de cuyes. Proceso productivo-alimentación. Ibarra, Ecuador: Criadero Auquicuy, 18 p., 2012.

79. Morales, A.; Carcelén, F.; Ara, M.; Arbaiza, Teresa & Chauca, Lilia. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Rev Inv Vet Peru.* 22:177-182, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.-v22i3.254>.
80. NRC (National Research Council). Nutrient Requirements of Swine. 11th ed., Washington, D.C.: National Academies Press, ISBN: 978-0-309-22423-9. <http://www.nap.edu/catalog/13298>, [2/4/2019], 420 p., 2012.
81. Núñez-Chávez, L.; Ramírez Rubio, A. & Fernández Fariñas, G. Efecto del Fitomas E y Enerplant en el rendimiento industrial de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) de la variedad CU 86-12 (Original). *Redel. Revista Granmense De Desarrollo Local.* 3 (1):32-47, 2019. DOI: <http://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/678>.
82. Núñez-Torres, O. P.; Cruz-Tobar, S. E.; Velástegui-Espín, G. P.; Almeida-Secaira, R. & Salazar-Toro, Daniela. Comportamiento de los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo tres niveles de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*). *J. Selva Andina Anim Sci.* 5 (1):14-22, 2018.
83. Núñez-Vidal, Mercedes M. *Efecto de la alimentación mixta en cuyes (Cavia porcellus) con pastos saboya (Panicum maximum) y balanceado comercial en la etapa de crecimiento engorde, desposte e industrialización de su carne.* Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2017.
84. Pacheco-Agudo, E. & Quisbert-Guarachi, A. S. Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (*Alnus Acuminata* Kunth) en zona de ladera de bosque de niebla. *Journal of the Selva Andina Biosphere.* 4 (1):24–38, 2016.

85. Paillacho-Sánchez, W. R. *Evaluación de una dieta a base de harina de yuca (Manihot esculenta) y de alfalfa (Medicago sativa) en un balanceado para la alimentación de cuyes (Cavia aperea porcellus, L.) en la etapa de engorde*. Trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán, Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi, 2017.
86. Piñeros-Lizarazo, R. Cultivos flexibles y juventud rural trabajadora: de la caña de azúcar en Brasil al aceite de palma en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales*. 63: 75-100, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17141/iconos.63.2019.3426>.
87. Puentes-Valverde, Jhosseline M. *Efecto de la suplementación de diferentes niveles de probiótico sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (Cavia porcellus)*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
88. Puente, Jhosseline; Carcelén, F.; Ara, M.; Bezada, Sandra; Huamán, Amparo; Santillán, G. *et al.* Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú*. 30 (2):624-633, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16086>.
89. Quintana, Erika; Jiménez, R.; Carcelén, F.; San Martín, F. & Ara, M. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. *Rev Inv Vet Perú*. 24 (4):425-432, 2013.
90. Ramírez, S. Feeding for Gut Health. Assessing the right strategy for the selection of additives (A nutritionist's view). En: *The 4th IHSIG (Intestinal Health Scientific Interest Group) International Symposium on Poultry Gut Health*. Sao Paulo, Brasil, 2016.

91. Ramírez, M. *Efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de *Hordeum vulgare* consociado a la *Vicia sativa* sobre la ganancia de peso vivo en *Cavia porcellus* destetados*. Tesis presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.
92. Ramos-Obando, Lesvy; Guevara-Burbano, Alexandra & Villota-Arteaga, María I. 2013. Evaluación del comportamiento productivo de cuyes *Cavia porcellus* alimentados con pasto Aubade (*Lolium* sp.) y forraje de Abutilón (*Abutilon striatum*). *Revista Investigación Pecuaria*. 2 (2):23-31, 2013.
93. Rico, E. & Rivas, C. Manual sobre el manejo de cuyes. 1era. Edición. EE.UU, 50p., 2003.
94. Ríos-Zambrano, W. H. A. *Prevalencia de helmintiasis gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de crianza familiar-comercial en el distrito de Matahuasi, provincia de Concepción, Junín*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
95. Rivera, J. E.; Chará, J.; Gómez-Leyva, J. F.; Ruíz, T. & Barahona, R. Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción animal sostenible. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 30 (12), Article # 200, 2018. DOI: <http://www.lrrd.org/lrrd30/12/rive30200.html>.
96. Robles-Ayanome, Sandra M. *Crianza de cuyes a nivel familiar en la zona de la Tamborada, municipio de Cochagbambaba*. Trabajo Final. Diplomado en Gestión de la Innovación y Extensión Rural Participativa. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 2017.

97. Rodríguez, I. & Guevara, E. Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* en el sur del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Científica*. Vol. XII-Suplemento 2:589-594, 2002.
98. Rodríguez-García, Idalmis. Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development*. 29 (4), Article # 63, 2017. DOI: <http://www.lrrd.org/lrrd29/4/idal29063.html>.
99. Rojas-García, A. R.; Torres-Salado, N.; Maldonado-Peralta, María de los Á.; Herrera-Pérez, J.; Sánchez-Santillán, P.; Cruz-Hernández, A.; Mayren-Mendoza, F. J. & Hernández-Garay, A. Rendimiento de forraje y sus componentes en variedades de alfalfa en el altiplano de México. *Rev Mex Cienc Pecu*. 10 (1):239-253, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4631>.
100. Rosales-Jaramill, C. A.; Rodas-Carpi, E. R.; Nieto-Escandón, P. E.; Torres-Inga, C. A.; Gordillo-Guambana, B. G.; Aucapiña, C. & Marín, D. Extirpación de las espículas del pene de cuy (*Cavia porcellus*) y su efecto sobre la ganancia de peso y agresividad. *Rev. prod. anim*. 30 (1):47-52, 2018.
101. Rubio-Arias, P. G. *Estimación de parámetros fenotípicos y genéticos para medidas de carcasa en cuyes (Cavia porcellus) del genotipo cieneguilla*. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencia Animal. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.
102. Saavedra-Sierra, D. M. *Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (Hordeum vulgare) en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) en recría*. Tesis para optar por el grado de Médico Veterinario. Abancay, Perú: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 2018.
103. Sakaguchi, E. Digestive strategies of Small Hindgut fermenters. *Animal Science journal*. 74:327-337, 2003.

104. Salazar-Ortiz, J.; Trejo-Téllez, L. I.; Valdez-Balero, A.; Sentíes-Herrera, H. E.; Rosas-Rodríguez, M.; Gallegos-Sánchez, J. *et al.* Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras *Agroproductividad*. 10 (11):70-75, 2017.
105. Sánchez-Laiño, A.; Sánchez-Gallardo, S.; Godoy-Becerra, S.; Díaz-Ocampo, R. & Vega-Pastuña, Norma. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus* Linnaeus) en la zona de La Maná. *Ciencia y Tecnología*. 2:25-28, 2009.
106. Silva-Flores, B. F. *Valoración morfológica eritrocitaria en cobayos (Cavia porcellus) en condiciones de altitud*. Trabajo de titulación presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2019.
107. Silva-Parra, A.; Garay-Rodríguez, S. & Gómez-Insuasti, A. S. Impacto de *Alnus acuminata* Kunth en los flujos de NO₂ y calidad del pasto *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. *Colombia Forestal*. 21 (1):47–57, 2018.
108. Solorzano, J. D. & Sarria, J. A. Crianza, producción y comercialización de cuyes. Lima, Perú: Editorial Macro, 191 p., 2014.
109. Sotelo, Alejandrina; Contreras, C.; Norabuena, E.; Carrión, Gladys; Reátegui, Victoria & Castañeda, Roxana. Uso de la harina de maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapov & WC Greg) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.). *Rev Inv Vet Perú*. 29 (4):1249-1258, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15307>.
110. Suckow, M. A.; Stevens, K. A. & Wilson, R. P. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents. United States of America: EISiever, 1 268p., 2012.
111. Tapia-Quiroga, J. L. *Determinación de valores de referencia en hemograma y química sanguínea de cuyes hembras (Cavia porcellus) en condiciones de*

- altitud*. Trabajo de titulación presentado como requisito para optar por el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2019.
112. Toro-Molina, Blanca; Yáñez-Zapata, M.; Andrade-Aulestia, Patricia; Labrada-Ching, J.; Chacón-Marcheco, E.; Zambrano-Cuadro, N. *et al.* La inclusión del bagazo de caña en la ración de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*. 18 (10):1-6, 2017. DOI: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101017.html>.
113. Tuquinga-Satan, J. C.; Fiallos López, M. B.; Jiménez Yáñez, S. F. & Usca Méndez, J. E. Utilización de diferentes niveles de harina de *Canna edulis* (achira) en la alimentación de cuyes en la etapa de gestación–lactancia. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Marzo/2018 (En línea). DOI: <http://eumed.net/rev/caribe/2018/03/alimentacion-cuyes-lactancia.html>.
114. Typpo, J.; Anderson, H.; Krause, F. & Yu, D. The lysine requirement of young growing male guinea pigs. *J Nutr*. 115:579-587, 1985.
115. Uvidia, E. H.; Leonard, I.; Benítez, D. & Buestan, D. Dinámica del crecimiento de la Maralfalfa (*Pennisetum* sp.), en condiciones de la Amazonia Ecuatoriana. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 2 (1):14-18, 2013. DOI: <http://revistas.proeditio.com/REVISTAMAZONICA/article/view/177>.
116. Valdizán-García, Cynthia D. V. *Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta del cuy (Cavia porcellus) sobre parámetros productivos*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.

117. Valenzuela, R. R. *Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (Stizolobium deeringianum) en cuyes*. Tesis presentada para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
118. Vallejos, D. *Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.
119. Vargas, E. *Evaluación técnico económica de tres sistemas de alimentación en el crecimiento de cuyes de granjas comerciales*. Tesis para obtener el título de Magíster Scientiae en Producción Animal. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014.
120. Velásquez-Chirino, C. A. *Incremento del volumen de venta de la carne de cuy (Cavia porcellus) en el distrito de Ite debido al fortalecimiento de su cadena productiva*. Tesis presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero en Economía Agraria. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2013.
121. Velásquez, Silvia; Jiménez, R.; Huamán, Amparo; San Martín, F. & Carcelén, F. Efecto de tres tipos de empadre y dos tipos de alimentación sobre los índices reproductivos en cuyes criados en la Sierra Peruana. *Rev Inv Vet Perú*, 28 (2): 359-369, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13063>.
122. Vidalón-Romo, J. A. *Evaluación Hematológica de dos líneas de selección de cuyes (cárnicos y precoces) criados en la Estación Ivita el Mantaro*. Trabajo de grado

presentado como requisito para optar por el título de Médico Veterinario. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.

123. Vivas-Quila, N. J.; Criollo-Dorado, Milvia Zuleida & Cedeño-Gómez, María Camila. Frecuencia de corte de pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* Schumach. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 17 (1):45-55, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1203>.
124. Xicohtécatl-Sánchez, P. G.; Barrera-Zúñiga, S.; Orozco-Orozco, T.; Torres-Sandoval, S. F. M. & Monsivais-Isiordia, R. Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) del nacimiento al sacrificio en Nayarit, México. *Abanico Vet*. 3 (2):36-43, 2015.
125. Yamada, Graciela; Bazán, V. & Fuentes, Nadia. Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Rev Inv Vet Perú*. 30 (1):240-246, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678>.
126. Cárdenas-Zambrano, Andrea C. *Evaluación de dos suplementos minerales y dos fuentes de Complejo B en el desarrollo de cuyes (Cavia porcellus) machos Cadet. Tumbaco, Pichincha*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniera Agrónoma. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2013.