



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de graduación

Complementación de cobayo (*Cavia porcellus*) con nacedero (*Trichanthera gigantea*) y forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*)

Autoras

Br. Fátima Carolina Sánchez González

Br. Tamara Valeska Guevara Luquez

Asesores

Ing. Nadir Reyes Sánchez, PhD

Ing. Jerry Antonio Vivas Torrez, MSc

Managua-Nicaragua

Agosto, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de graduación

Complementación de cobayo (*Cavia porcellus*) con nacedero (*Trichanthera gigantea*) y forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*)

Autoras

Br. Fátima Carolina Sánchez González

Br. Tamara Valeska Guevara Luquez

Asesores

Ing. Nadir Reyes Sánchez, PhD

Ing. Jerry Antonio Vivas Torrez, MSc

Managua-Nicaragua

Agosto, 2020

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de ciencia animal (FACA) como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Comité evaluador

Lic. Rosario Rodríguez Pérez. MSc.
Presidente

Ing. Norlan Caldera Navarrete. MSc.
Secretario

Ing. Jorge Luís Aguilar
Vocal

05 de diciembre, 2019

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
INDICE DE ANEXOS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURA	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
III. MARCO DE REFERENCIA	5
3.1. Generalidades	5
3.1.2. Taxonomía	5
3.1.3. Características productivas	5
3.1.4. Fisiología digestiva	6
3.1.5. Necesidades nutritivas del cobayo	8
3.1.6. Sistemas de alimentación de cobayos	9
3.1.7. Alimentación a base de forraje	10
3.1.8. Alimentación a base de concentrado	10
3.1.9. Alimentación mixta	11
3.2. Forraje Verde Hidropónico	11
3.2.1. Ventajas del Forraje Verde Hidropónico	11
3.3. Trichanthera gigantea	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1. Localización y condición climática	15
4.2. Diseño experimental y análisis estadístico.	15
4.2.1. Manejo de los cobayos	15
4.2.2. Manejo y preparación de los alimentos	16

4.3. Variables estudiadas	17
4.3.1. Ganancia de peso (GP)	17
4.3.2. Ganancia Media Diaria (GMD)	17
4.3.3. Consumo de Alimento	18
4.3.4. Conversión Alimenticia (CA)	18
4.3.5. Morfometría del tracto gastrointestinal y algunos órganos accesorios	18
4.4. Costo de producción	18
4.5. Análisis químicos	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
5.1. Composición química de los complementos utilizados	20
5.2. Peso vivo y ganancia de peso	21
5.3. Consumo de alimento (MS)	24
5.4. Conversión alimenticia	25
5.5. Morfometría del tracto gastrointestinal y órganos accesorios	26
5.6. Análisis financiero	27
VI. CONCLUSIONES	28
VII. LITERATURA CITADA	29
VIII. ANEXOS	33

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Análisis de varianza de peso vivo inicial de cobayos complementados con FVH y FTG	34
2. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey.	34
3. Análisis de varianza de peso vivo final de cobayos complementados con FVH y FTG	34
4. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey.	34
5. Análisis de varianza de peso de corazón de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas	34
6. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey.	35
7. Análisis de varianza de peso del pulmón de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas	35
8. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	35
9. Análisis de varianza de peso del páncreas de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas	35
10. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	35
11. Análisis de varianza de peso del hígado de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas	36
12. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	36
13. Análisis de varianza de peso del riñón de cobayos , utilizando ajuste para las pruebas.	36
14. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	36
15. Análisis de varianza de peso del estómago de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas	36
16. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	37
17. Análisis de varianza de peso del intestino delgado de cobayos , utilizando ajuste para las pruebas.	37
18. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	37
19. Análisis de varianza de peso del intestino grueso de cobayos , utilizando ajuste para las pruebas.	37
20. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	37
21. Análisis de varianza de peso del ciego de cobayos , utilizando ajuste para las pruebas.	37
22. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey	38
23. Instalación y B. producción de forraje verde hidropónico de maíz (zeas mays)	39
24. Producción de follaje de nacedero (Trichantera gigantea) y B. producción de pasto CT-169.	39
25. Cobayos identificados por medio de fotografía A. T1, T2, T3	39
26. Pesaje de producción de forraje verde hidropónico	40
27. Preparación de la semilla para producción de forraje	40
28. Aporcado de nacedero, b. fumigación del invernadero para eliminar plagas	41
29. Pesaje de los animales previo al sacrificio	41
30. Separación de cada órgano posterior su pesaje	42

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Necesidades nutritivas del cobayo	8
2. Composición química de los alimentos	20
3. Peso vivo, ganancia de peso total y ganancia diaria de peso de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de TG	22
4. Consumo de alimento (MS) y conversión alimenticia de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de TG	24
5. Peso relativo (%) del tracto gastrointestinal y órganos accesorios de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de TG	26
6. Costo de producción de cobayos complementados con forraje verde hidropónico (FVH) y follaje de <i>Trichantera gigantea</i> .	27

INDICE DE FIGURA

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Descripción del cobayo	5
Figura 2 Aparato digestivo del cobayo	8
Figura 3 Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz	13
Figura 4 Producción de trichantera gigantea	14
Figura 5 Curva de crecimiento de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de Trichantera gigantea	22
Figura 6 Consumo acumulado de concentrado comercial (MS) de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de Trichantera gigantea	25

DEDICATORIA

A DIOS por las fuerzas que me dio a cada segundo, entendimiento, salud, porque bendijo a mis padres con trabajo para que me apoyaran en mis estudios.

A mis padres PEDRO PABLO SANCHEZ LOPEZ Y THELMA ROSA GONZALEZ por darme el privilegio de estudiar, por su dedicación, por su trabajo y sacrificio todos estos años, por todos sus consejos y amor absoluto, por creer en mí y por enseñarme a luchar.

A mis hermanos WENDY, JONHY, PAOLA Y PEDRO todos SANCHEZ GONZALEZ por estar siempre presente acompañándome, apoyándome en esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado en especial a aquellos que me abrieron las puertas de su casa y compartieron conmigo.

FATIMA CAROLINA SANCHEZ GONZALEZ

AGRADECIMIENTOS

Especialmente mi gratitud es para DIOS por las infinitas bendiciones que me ha dado cada día para poder salir adelante en mi formación personal y profesional, porque siempre me dio la dicha de tener apoyo incondicional de mi familia.

Principalmente a mis PADRES por el sacrificio y el apoyo que me dieron durante toda mi carrera, por ser los principales motores de mi vida, por confiar siempre en mí porque para mí ellos han sido la base principal durante esta lucha y gracias a ellos eh logrado mi mayor sueño, espero se sientan orgullosos de mi a como yo me siento muy orgullosa de ser su hija, con amor y cariño, los amo.

A ING. JORGE LUIS AGUILAR por apoyarnos cada día en la etapa de campo, por siempre sacar tiempo para lo que necesitábamos y por sacarnos una sonrisa en los momentos más difíciles.

También a HEYDI DEL SOCORRO BARRIOS CONDEGA por el apoyo que me brindo durante todo este tiempo porque para mí fue muy importante, por la motivación que me brindo aun en los momentos y situaciones más difíciles, por todos los aportes no solo por mi tesis, sino que también por los que me ayudaron a ser mejor, por su paciencia, por su entrega, por su cariño incondicional por eso y por muchas cosas más.

A mis asesores ING. NADYR REYES SANCHEZ. PhD e ING. JERRY ANTONIO VIVAS TORREZ MSc por todo su tiempo dedicado, por su motivación, por su paciencia, sin su ayuda no habría sido posible culminar con esta tesis.

De la misma manera a mi compañera de tesis TAMARA VALESKA GUEVARA LUQUEZ por esforzarse para que lográramos un buen trabajo en equipo, por su amistad incondicional, por su cariño, por su dedicación, por sus concejos, por confiar en mí.

A los docentes ING. NORLAN CALDERA MSc, LIC. ROSARIO RODRIGUEZ, MSc, ING. MARCOS JIMENES e ING. JOSUE ROCHA, MSc

FATIMA CAROLINA SANCHEZ GONZALEZ

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico principalmente a DIOS, que me ha dado salud, fortaleza, paciencia y sobre todo sabiduría para continuar cuando he estado a punto de caer.

De igual forma dedico esta tesis a mis padres RUDY OTONIEL GUEVARA MORERIRA y SANDRA MARLENE LUQUEZ DIAZ ya que son un el pilar más fuerte e importante en mi vida ya que han sabido formarme con buenos hábitos y valores, ellos han estado siempre cuidándome y guiándome por el buen camino para lograr mis objetivos, por apoyarme siempre económicamente para poder lograr esta meta en mi vida.

A mi familia en general, especialmente a mis hermanos porque siempre he contado con su apoyo incondicional y sus consejos cuando más los he necesitado.

A todas esas personas y sobre todo a mis amigos que estuvieron conmigo dándome siempre ánimos para salir adelante y nunca dejarme vencer.

Tamara Valoska Guevara Luquez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco eternamente a DIOS por ser mi apoyo fuerte, por su bendición por estos años de la carrera universitaria, siempre estuvo conmigo, gracias por dejarme culminar con éxitos este logro en mi vida.

A mis padres y hermanos por sus oraciones, su apoyo moral, sus deseos eran que me convirtiera en una profesional y con su cariño y motivación, juntos lo logramos.

Al Ing. JORGE LUIS AGUILAR por darme su apoyo de todas las maneras posibles y estar incondicionalmente dándome aliento siempre.

A mis asesores MSc. NADIR REYES PHD y MSc. JERRY VIVAS por su apoyo y dedicación.

A mi compañera de tesis y amiga FÁTIMA SÁNCHEZ GONZÁLEZ, porque siempre estuvo a mi lado cuando más difíciles estuvieron las circunstancias, gracias por sus ánimos y comprensión.

A las personas más cercanas que estuvieron en las mayores dificultades y no me dejaron afrontarlas solas.

A los docentes ING. NORLAN CALDERA, MSc. y LIC. ROSARIO RODRÍGUEZ, MSc.

Tamara Valoska Guevara Luquez

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar la complementación de cobayos (*Cavia porcellus L.*) con forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) y follaje fresco de nacedero (*Trichantera gigantea*) (FTG) y su efecto sobre el comportamiento productivo y morfometría del tracto gastrointestinal (TGI). Se utilizaron 18 cobayos mestizos machos de 60 días de edad, con un peso vivo inicial promedio de 403.5 g. Se distribuyeron en un diseño completamente al azar en tres tratamientos, con seis repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1: Concentrado comercial (CC) a voluntad + follaje fresco de CT-169, T2: 70% CC + forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) a voluntad y T3: 70% CC + follaje de nacedero (FTG) a voluntad. Los resultados muestran que la alimentación de cobayos con 70% de CC y complementados con forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) no afectan significativamente el comportamiento productivo (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia), ni la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI) en comparación con cobayos alimentados con CC a voluntad + CT-169. La alimentación de cobayos con 70% de CC + forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) al reducir los costos de producción, generan mayor beneficio financiero que utilizar CC a voluntad + CT-169.

Palabras claves: Cobayo, forraje verde hidropónico y producción.

ASBTRACT

An experiment was carried out to evaluate the complementation of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) with hydroponic green corn fodder (FVH) and fresh foliage of *Trichantera gigantea* (FTG) and its effect on the productive behavior and morphometry of the gastrointestinal tract (TGI). 18 mestizo guinea pigs of 60 days of age were used, with an average initial live weight of 403.5 g. They were distributed in a completely randomized design in three treatments, with six repetitions. The treatments evaluated were: T1: Commercial concentrate (CC) ad libitum + fresh foliage of CT-169, T2: 70% CC + FVH ad libitum and T3: 70% CC + FTG ad libitum. The results show that the feeding of guinea pigs with 70% of CC and complemented with FVH does not significantly affect the productive behavior (live weight, weight gain and food conversion), nor the morphometry of the TGI compared to guinea pigs fed with CC at will + CT-169. Feeding guinea pigs with 70% of CC + FVH by reducing production costs, generate greater financial benefit than using CC ad libitum + CT-169.

Keywords: guinea pigs, hydroponic green fodder, production.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país que ha tenido un incremento económico continuo y esto ha sido acompañado de acciones que han reforzado la producción agropecuaria, exportaciones agrícolas para algunos sectores y en especial asegurar la alimentación a zonas rurales del país. (FAO, 2019).

En Nicaragua el cobayo se utiliza como mascota, desaprovechando las bondades nutricionales, su carne contiene 20% de proteína aproximadamente y baja en colesterol. (Vivas y Carballo, 2009).

El cobayo es una especie que se caracteriza por su reproducción rápida y prolífera, son animales herbívoros, pueden llegar a consumir desperdicio de cocina y subproducto industriales, además son dóciles y de fácil manejo, ya que no requiere infraestructura sofisticadas para su crianza, son precoces en alcanzar la madurez sexual. Se adapta a cualquier condición ambiental y son resistente a enfermedades. (Vivas y Carballo, 2009).

En la alimentación de cobayos. Los mayores índices de conversión alimenticia se obtuvieron al proporcionar dietas con excelentes niveles de forraje verde hidropónico, es decir que al proporcionar menor cantidad de alimento para convertirlo en kilogramos de carne que se transforma en altas ganancias para el productor. (Samaniego, 2016).

En Nicaragua existen zonas secas con periodos desde los 4 a los 6 meses donde la oferta de forrajes para la alimentación animal es deficitaria. Esta condición de baja disponibilidad de forrajes afecta la producción a nivel general. Esto conlleva a la búsqueda de alternativas que permitan adaptarnos a estas condiciones y garantizar la alimentación y nutrición de las familias agrícolas. (INTA, 2019).

El forraje verde hidropónico, permite asegurar la reproducción, producción y salud de los animales, garantizando la disposición de forraje en los 365 días del año, sin importar la condición climática. El costo para el establecimiento de un invernadero rústico de forraje verde hidropónico, es mínimo al de un método habitual para la producción de forrajes.

Nicaragua es un país que posee áreas tropicales en el cual los arboles forrajeros son una fuente importante para la alimentación animal, no solamente porque mantiene su follaje, sino también porque son ricos en proteínas y otros nutrientes por un tiempo más amplio a diferencia de los forrajes habituales (gramíneas).

El follaje de *trichanthera gigantea* es una alternativa para la alimentación de los cobayos, con niveles óptimos de proteínas, carbohidratos y minerales. Disminuyendo los costos elevados en la formulación de alimentos concentrados, además de aportar con el uso de los subproductos del nacedero dando buenos rendimientos económicos. (Según Pito, 2017).

Por lo anterior se realizó una nueva alternativa de alimentación con el fin de promover la crianza de cobayo, empleando FVH de maíz y follaje de *trichanthera gigantea* en la alimentación del cobayo con una fuente alimenticia de costo accesible y agradable con el medio ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Generar conocimientos acerca del potencial del forraje verde hidropónico de maíz y del follaje fresco de *Trichantera gigantea* como complemento alimenticio para cobayos.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la complementación con forraje verde hidropónico de maíz y follaje fresco de *Trichantera gigantea* sobre el consumo de alimento, peso vivo, ganancia de peso, ganancia media diaria, conversión alimenticia y morfometría del tracto gastrointestinal de cobayos.
- Analizar el costo de producción de carne en cobayos complementados forraje verde hidropónico de maíz y follaje fresco de *Trichantera gigantea*.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Generalidades

El cobayo (*Cavia porcellus*), es un mamífero roedor procedente de Sudamérica y se ha desarrollado en la región andina de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia hace alrededor de 3000 años se determinó como la fuente principal de alimentación de los nativos que lo domesticaron. Posteriormente de la conquista de los españoles, estos y los mestizos se dedicaron a su crianza. Actualmente, posee diferentes beneficios (mascotas, animal experimental), aunque sigue siendo aprovechado como un alimento cotidiano, que se cría en las zonas rurales y suburbanas de estos países. (Castro, mencionado por Torres en, 2013).



Figura 1 Descripción del cobayo

Fuente google

3.1.2. Taxonomía

El cobayo se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica: Reino: Animal; Subreino: Metazoos, Tipo: Vertebrados; Clase: Mamíferos; Subclase: Placentarios; Orden: Rodentia; Familia: Cavidae; Género: *Cavia*; Especie: *C. porcellus* (Vargas y Yupa, 2011).

3.1.3. Características productivas

Es un animal prolífico, rustico, adaptable a diversas condiciones del medio ambiente y resistente a las enfermedades. Es de fácil manejo, con un alto por ciento de fertilidad, su ciclo reproductivo es corto y buena prolificidad.

Su carne contiene un alto valor nutricional, 7.7% de grasas, 0.8% de minerales, 20.3% de proteínas, 70.7% de humedad y 0.5% de carbohidratos, lo que permite hacer comparación con otras especies de consumo cotidiano por el hombre como ovinos, aves, cerdos y vacunos. (Veloz, 2019).

3.1.4. Fisiología digestiva

El cobayo es un roedor herbívoro y monogástrico que presenta un solo estómago y un ciego funcional, lo cual permite tener dos tipos de digestión: una enzimática, a nivel del estómago, y otra microbial, a nivel del ciego. Por consiguiente, es clasificado, por su anatomía gastrointestinal, como un animal de fermentación post-gástrica, debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego (Van Soest, 1994).

El tracto gastrointestinal está constituido por la boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, glándulas salivales, páncreas e hígado. El estómago es el órgano donde el cual inicia la digestión enzimática; este presenta un ciego funcional, donde ocurre la fermentación bacteriana. El cobayo realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno. Según su anatomía gastrointestinal, dicho animal está clasificado como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego (Torres, 2013).

En el estómago se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver al alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico, además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Algunas proteínas y carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; por otro lado, las grasas no sufren modificaciones (Torres, 2013).

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno; por la acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis, las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino, y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. El cloruro de sodio, la mayor parte de agua, las vitaminas y otros micro-elementos también son absorbidos (Torres, 2013).

El cobayo tiene el ciego muy desarrollado y con presencia de flora bacteriana, que realiza la fermentación de los alimentos fibrosos. Con respecto a la capacidad fermentativa del tracto digestivo, el cobayo alcanza valores de 46% en el ciego y de 29% en el colon, valores superiores al del equino con 15% y al del conejo con 43% en el ciego. (Caicedo 1993).

La ingesta no demora más de dos horas en atravesar el estómago y el intestino delgado, sin embargo, es en el ciego donde demora 48 horas. La fisiología y anatomía del ciego del cobayo le permite utilizar una ración que contiene un material inerte y voluminoso y que la celulosa fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra, además, retarda los movimientos del contenido intestinal, lo cual permite una mejor absorción de nutrientes (Torres, 2013). Aliaga (1979), menciona al proceso digestivo denominado cecotrofia y la define como un mecanismo de compensación biológica que le permite al cobayo el máximo aprovechamiento de sus productos metabólicos, ante la desventaja nutricional que representa el hecho de que esta ocurra en las porciones posteriores del tracto gastrointestinal. Al respecto, (Saravia, 1994), manifiesta que los cecotrofos permiten aprovechar la proteína contenida en las células de las bacterias presentes en el ciego, así como también reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano (Vargas y Yupa, 2011).

APARATO DIGESTIVO DEL CUY

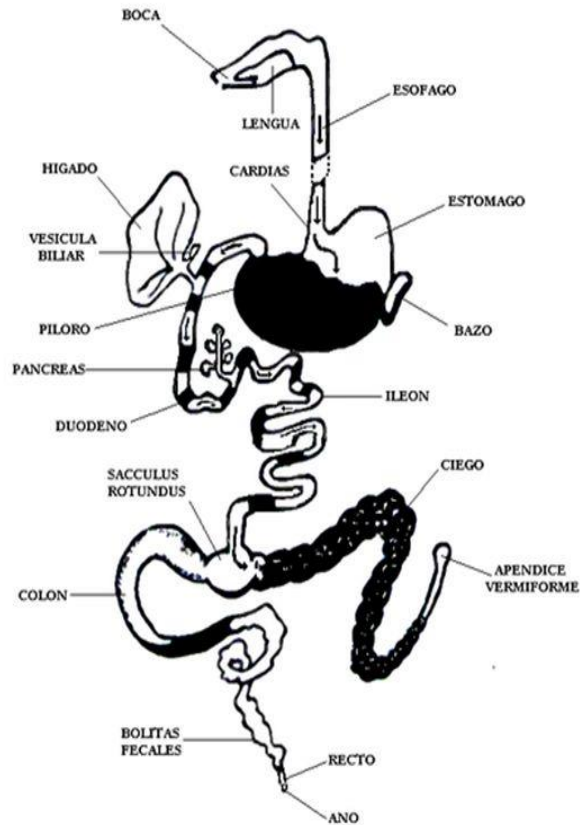


Figura 2 Aparato digestivo del cobayo

Fuente: Vílchez C. (2007)

3.1.5. Necesidades nutritivas del cobayo

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 cobayos nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción.

Los requerimientos nutricionales de los cobayos, según el (NRC, 1995) y (Vergara 2008), son los siguientes:

Cuadro 1. Necesidades nutritivas del cobayo

Nutrientes	NRC (1995)	Vergara (2008)			
		Inicio	Crec.	Acabado	Gest/Lact
ED Mcal/kg	3.00	3.00	2.80	2.70	2.90
Proteína total, %	18.00	20.00	18.00	17.00	19.00
Fibra cruda, %	15.00	6.00	8.00	10.00	12.00
Aminoácidos, %					
Lisina	0.84	0.92	0.83	0.78	0.87
Metionina	0.36	0.40	0.36	0.34	0.38
Metionina + cistina	0.60	0.82	0.74	0.70	0.78
Arginina	1.20	1.30	1.17	1.10	1.24
Treonina	0.60	0.66	0.59	0.56	0.63
Triptófano	0.18	0.20	0.18	0.17	0.19
Minerales, %					
Calcio	0.80	0.80	0.80	0.80	1.00
Fósforo	0.40	0.40	0.40	0.40	0.80
Sodio	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitaminas					
Ácido ascórbico, mg/100g	20.00	30.00	20.00	15.00	15.00

Fuente: National Research Council (NRC, 1995)

Inicio (1-28 días), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días)

3.1.6. Sistemas de alimentación de cobayos

Los estudios de nutrición nos permiten determinar los requerimientos óptimos que necesitan los animales para lograr un máximo de productividad, pero para llevar con éxito una crianza es imprescindible manejar bien los sistemas de alimentación, ya que ésta no solo es nutrición aplicada, sino un arte complejo en el cual juegan importante papel los principios nutricionales y los económicos. (Chauca de Zaldívar, 1997)

En cobayos los sistemas de alimentación se adaptan de acuerdo a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por alguna restricción, sea de concentrado o de forraje, hacen del cobayo una especie versátil en su alimentación, pues puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de balanceados.

Los sistemas de alimentación que es posible utilizar en la alimentación de cuyes son:

- Alimentación con forraje
- Alimentación con forraje + concentrado (mixta)

- Alimentación con concentrado + agua + vitamina C.

3.1.7. Alimentación a base de forraje

El cobayo es muy hábil para consumir pastos y forrajes durante el día y la noche, está en capacidad de consumir proporcionalmente a su peso, tres veces más que un bovino o un ovino, obteniendo de esta forma un rápido crecimiento.

Se puede decir que el 90% de la alimentación de cobayos está fundamentada en forraje verde, por cuanto en dependencia de la especie de pasto o forraje que le administremos le estamos aportando proteína, energía y otros nutrientes. El cobayo por naturaleza consume toda clase de forraje, ya sea gramíneas o leguminosas, hojas de ciertos árboles o arbustos y malezas las que se mezclan con otros pastos, forrajes y desperdicios de cocina. Los cobayos pueden vivir con raciones exclusivamente a base de pastos y forrajes, pero para aumentar la producción y productividad, especialmente en aquellos animales genéticamente mejorados, se puede y se debe utilizar concentrados, sub productos de cereales, desechos de cosechas, hortalizas etc. (Pazmiño, 2005).

3.1.8. Alimentación a base de concentrado

El utilizar un concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cobayos. Bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%. Bajo este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C.

El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en forma de harina. El consumo de MS en cobayos alimentados con una ración peletizada es de 1,45 kg mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1,61 kg este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia. (Chauca de Zaldívar, 1997).

3.1.9. Alimentación mixta

Es el sistema más utilizado en las crianzas comerciales y consiste en proporcionar al cobayo una alimentación en la que se toman en cuenta tanto los forrajes como los concentrados. La alimentación mixta se basa en que el cobayo no puede cubrir sus requerimientos nutritivos consumiendo únicamente forraje, debido a la poca capacidad de su aparato digestivo y al bajo valor nutritivo de este tipo de alimentos, razón por la cual se suplementa la dieta con concentrado, con el objetivo de lograr un máximo rendimiento.

Así mismo, es recomendable incluir forraje verde hidropónico en todas las dietas para cobayos, debido a que proporciona un efecto benéfico por su aporte de fibra de fácil digestión y porque son fuentes importantes de proteína. De igual manera, permite el uso eficiente de alimento balanceado y promueve un mayor rendimiento productivo. (Sánchez, 2015).

3.2. Forraje Verde Hidropónico

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH es de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal, y en este caso en particular satisface la alimentación de cobayos. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. (FAO, 2001)

3.2.1. Ventajas del Forraje Verde Hidropónico

Según, López, Murillo y Rodríguez, (2009). El FVH se caracteriza por presentar alta digestibilidad, excelente contenido proteico y palatabilidad, se puede producir en cualquier tipo de clima y época del año, en espacios reducidos y a bajo costo de producción. Es una tecnología mediante la cual se puede hacer frente a los desafíos ambientales que enfrenta hoy la producción animal (sequías, inundaciones, suelos empobrecidos y/o deteriorados, etc.)

El Forraje Verde Hidropónico se produce en bandejas de plástico, colocados en estantes metálico, en cada bandeja se coloca 1 kilo de semilla (cebada, avena, trigo, sorgo o maíz), al cabo de 10 a 12 días cada kilo de semilla se habrá convertido en una masa forrajera de 6 kilos, consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas), lo que constituye una completa fórmula de

proteína, energía, vitaminas y minerales. Este cultivo se produce dentro de invernaderos rústicos, que permite la protección del cultivo contra insectos, además a la exposición directa de los rayos del sol y de las lluvias. (Samaniego, 2016).

Según Müller *et al.* (2006). El cultivo de forraje hidropónico necesita de nutrientes que las plantas encuentran en el suelo, por lo que es necesario el uso de soluciones nutritivas, ya sea orgánica o inorgánica, para mejorar la producción de biomasa.

Por otra parte, Müller *et al.* (2006) observaron mayor contenido de proteína bruta (PB) en las etapas iniciales que a los 16 días. La disminución de PB en el FVH es debido a la maduración de la planta, ya que, durante el desarrollo de órganos estructurales, como tallos y pecíolos, el N se desplaza a las partes más jóvenes. Esto disminuye la fracción de biomasa activa y promueve una dilución del N en la planta. El contenido de celulosa aumenta con la edad de la planta, limitando el consumo de la materia seca. Por lo tanto, sugieren que la cosecha del forraje verde hidropónico se realice entre 8 a 12 días para poder usar el contenido proteico y su digestibilidad.

El FVH producido en condiciones adecuadas presenta un forraje limpio e inocuo, sin la presencia de plagas ni enfermedades. Con el FVH los animales no comen hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. (Morales *et al.*, 2012). Al producir un cultivo con poco desarrollo se consigue un porcentaje elevado de proteína bruta, esta cualidad es muy beneficiosa que permite mejorar el aumento de peso de los animales.

El FVH de maíz presenta el siguiente valor nutricional; 20 a 22% de MS, 14 a 16% de proteína cruda, de 2 a 3 Mcal/kg de MS de energía metabolizable, 28 a 32% de Fibra detergente acida, 6 a 7% de lignina, 22 a 23% de celulosa, 6 a 7% de cenizas y 64 a 67% de digestibilidad de la MS (López *et al.* 2009)

(Rea y Mora, 2012). Evaluando forraje verde hidropónico en la alimentación de cobayos en crecimiento encontró que el FVH de maíz mejoró la ganancia de peso total, mientras que (Tarrillo, 2008) sostiene que el uso del FVH en la alimentación de cobayos conlleva a una reducción en los costos de alimentación.



Figura 3. Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz

Fuente: propia

3.3. *Trichanthera gigantea*

Es un arbusto forrajero, originario del Norte de los países Andinos, que pertenece al Reino vegetal, División *Espermathophyta*, Clase *Dicotiledoneae*, Orden *Tubiflorales*, Familia *Acanthaceae*, Sub familia *Acathoideae*, Serie *Contortae*, Tribu *Trichanthereae*, Genero *Trichanthera*, Especie *Trichanthera gigantea*. (Jiménez, 2006).

Alcanza una altura entre 3 a 8 m, posee tronco ramificado color verde amarillento o cremoso, hojas simples, opuestas y ásperas al tacto de 10 a 25 cm de largo y de 4 a 12 cm de ancho. Crece muy bien desde el nivel del mar hasta los 2200 m de altitud, en sitios con precipitación entre 400 y 4000 mm/ año. Tolera suelos ácidos y con bajos niveles de fertilización, no tolera encharcamiento prolongado. (Grijalva *et al* citado en Caicedo, 2013).

En cultivo intensivo sembrados a distancias de 1m x 1m (entre surcos y entre plantas) con intervalos de corte mayores de 3 meses se obtuvieron 460 g de hoja verde y 1100 g de tallos para una producción de 1500 g de biomasa total/árbol/corte equivalente a 60 toneladas de biomasa total/ha/año. (Gómez, 1997).

El nacedero es una alternativa de alimentación por su rusticidad, fácil propagación, alta producción de biomasa, amplio rango de adaptación, aceptación de diversas especies y su alto valor nutritivo: proteína bruta 15 a 22.5% de, materia orgánica 20 a 27%, calcio 23 a 43 g/kg, fósforo 2.6 a 9.2 g/kg, potasio 24 a 37 g/kg, magnesio 7.5 a 12 g/kg. (Jiménez, 2006)

Trichanthera gigantea ha sido utilizado en la alimentación de cobayo en la etapa de crecimiento- engorde, obteniendo mejora de los parámetros productivos: peso final 1.19 kg, ganancia de peso 0.88 kg, conversión alimenticia 5.8 y rendimiento de la canal 72.26 % (Pito, 2017).



Figura 4 Producción de *trichanthera gigantea*

Fuente: Google

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización y condición climática

El ensayo experimental se llevó a cabo en la granja de cobayos de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA) Managua, Nicaragua, localizada geográficamente e las coordenadas 12°8'33" de latitud norte y 86°10'31" de longitud oeste, a una altitud de 56 msnm, con temperatura media anual de 27.3 °C, precipitación media anual de 1 264.2 mm y humedad relativa del 73.2% (INETER, 2009).

4.2. Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizaron 18 cobayos mestizos, con peso vivo inicial de 404.2 ± 16.7 gramos, identificados individualmente mediante fotografías y distribuidos en un diseño completamente al azar con tres tratamientos, y seis repeticiones. Los tratamientos en estudio corresponden a:

1. Concentrado comercial (CC) a voluntad + follaje fresco de CT-169.
2. 70% CC + forraje verde hidropónico de maíz (FVHM).
3. 70% CC + follaje fresco de *Trichantera gigantea* (TG).

Los datos fueron sometidos al análisis de varianza, para determinar el efecto de la complementación con forraje verde hidropónico de maíz y follaje fresco de *Trichantera gigantea* sobre las variables en estudio, utilizando el General Lineal Model del Software Minitab versión 14.0 para computadoras personales (Minitab, 1998), y cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4.2.1. Manejo de los cobayos

Los cobayos fueron pesados al inicio del ensayo y alojados en jaulas de madera y malla metálica, provistas de comedero y bebedero, las cuales previamente fueron lavadas con jabón líquido y desinfectadas con hipoclorito de sodio y creolina.

Los cobayos fueron sometidos a un periodo de adaptación a los tratamientos, por ocho días; el cambio de ración se realizó gradualmente, disminuyendo la cantidad de concentrado e incrementando la oferta diaria de forraje verde hidropónico de maíz y follaje fresco de *Trichantera gigantea*, según los tratamientos en estudio, hasta sustituir el 30% de CC y el forraje de CT-169. Antes del inicio del ensayo los animales fueron vitaminados y desparasitados.

4.2.2. Manejo y preparación de los alimentos

Un área de pasto CT-169 (*Pennisetum purpureum* cv CT-169) sin riego, ni fertilización fue utilizado para la producción del forraje de la dieta base utilizada para la alimentación de los cobayos, el corte del pasto se realizaba diariamente con machete.

Para la producción de follaje fresco de *Trichanthera gigantea* se utilizó un área establecida hace 7 años, bajo sombra, con material vegetativo, a una distancia de siembra de 0.5 m entre planta y 0.5 m entre surcos, sin riego, ni fertilización. Durante el experimento se hicieron dos chapias manuales para mantener el cultivo libre de malezas, aporcado y aplicación de compost de deyecciones de cobayos. Antes de iniciar el experimento se realizó un corte de uniformidad para asegurar la disponibilidad de un rebrote de aproximadamente 8 semanas de edad. Para la alimentación de los cobayos, se cosechaba diariamente por la mañana y por la tarde el follaje de *Trichanthera gigantea* (solamente hojas).

Para el proceso de producción de FVH se utilizó como sustancia nutritiva biol con pollinaza elaborado mediante el siguiente procedimiento:

En un recipiente plástico de 100 litros de capacidad, mezclar 50 litros de agua limpia, con 25 kg de pollinaza y 2 kg de semolina. En otra cubeta plástica de 20 litros de capacidad, elaborar una sustancia homogénea con 10 litros de agua limpia, 2 litros de leche cruda y 2 litros de melaza, agregar a la preparación anterior y agitar constantemente hasta homogenizar la mezcla.

Aforar con agua hasta 90 litros, mezclar nuevamente y sellar herméticamente con una trampa de fermentación o sello de agua que permite la salida de los gases, pero impide la entrada de oxígeno, para garantizar una fermentación anaeróbica. El recipiente con la mezcla se dejó reposar protegido del sol y la lluvia a temperatura ambiente, durante 45 días, posteriores a los cuales se controló el proceso de producción del biofertilizante mediante pruebas organolépticas de olor y color, garantizando que no presentará olor a putrefacción, ni coloración extraña.

Se diseñó y construyó un invernadero artesanal de forma rectangular, de 2.5 m de altura x 5 m de ancho x 3 m de largo, con orientación este-oeste, con buena ventilación e iluminación. En su interior se instaló una estructura de madera para sostener las bandejas de plásticos con la semilla de maíz. Se utilizaron 14 bandejas plásticas de 57 cm de largo, 37 cm de ancho y profundidad de 6.5 cm.

La siembra de la semilla de maíz para la producción de forraje verde hidropónico, se realizó mediante el siguiente procedimiento:

La semilla se pesó, lavó y desinfectó con una solución de agua e hipoclorito de sodio (10 ml/litro agua) durante 3 minutos y se enjuagó con agua limpia. Luego, la semilla se colocó en un recipiente con agua (1 litro de agua/ kg de semilla) por un período de 24 horas, posterior al cual la semilla se dispuso en una carpa para orearla uniformemente por 24 horas.

Para la pre-germinación se colocó 2 libras de la semilla previamente oreada, en cada bandeja (57 x 37 x 6.5 cm) y se taparon con plástico negro, con aplicación constante de riego por 4 días. Posteriormente, las bandejas fueron trasladadas al invernadero y recibieron riego por goteo 4 veces al día. Entre el sexto y octavo día de siembra de la semilla, el riego se realizó con el biofertilizante de pollinaza de 4 a 6 veces al día (Varela, 2017).

La alimentación de los cobayos, en el caso del concentrado comercial se ofertaba por la mañana, y en el caso del CT-169, FVH de maíz y el follaje fresco de *Trichantera gigantea* se ofertaba dos veces al día, por la mañana (7:00 am) y por la tarde (1:00 pm), para garantizar la disponibilidad de forraje fresco. El alimento ofrecido y el sobrante se pesaban diariamente, y se realizaba la limpieza general de las jaulas. Todas las actividades de manejo se realizaron a partir de las 6:30 am.

4.3. Variables estudiadas

Las variables estudiadas en el experimento fueron las siguientes:

Se realizaba pesaje de los animales cada siete días, antes de suministrarles alimento, para determinar el peso vivo, la curva de crecimiento y calcular la ganancia de peso.

4.3.1. Ganancia de peso (GP)

Aumento de peso que experimentan los animales durante todo el ensayo, se calcula mediante la siguiente fórmula: $GP = \text{Peso Final (PF)} - \text{Peso Inicial (PI)}$.

4.3.2. Ganancia Media Diaria (GMD)

Es un índice que representa la Ganancia de peso que aumenta gradualmente en gramos un animal cada día, donde los días corresponden al intervalo entre el peso inicial y el peso final, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$GMD = (PF - PI) / \text{Duración del período experimental (días)}$.

4.3.3. Consumo de Alimento

Fue estimado por el método convencional, calculando la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimentado rechazado, normalmente se expresa en gramos por día. Para calcular el consumo promedio diario se utilizó la siguiente fórmula:

Consumo de alimento = cantidad de alimento suministrado - cantidad de alimento rechazado

4.3.4. Conversión Alimenticia (CA)

Es un índice que representa la cantidad de alimento que debe consumir un animal para aumentar una unidad de peso corporal y fue estimada mediante la siguiente fórmula: CA = consumo diario de alimento (g) / ganancia media diaria (g).

4.3.5. Morfometría del tracto gastrointestinal y algunos órganos accesorios (TGI)

Al finalizar el periodo experimental, con un previo ayuno de aproximadamente 15 horas, los animales se pesaron y sacrificaron por el método de aturdimiento y corte de la yugular descrito por (Vivas y Carballo, 2009), luego fueron sumergidos en agua a temperatura de 60° C durante 90 segundos, se realizó la separación de vellos, piel y enjuague respectivamente de los animales ya sacrificados. Se realizó un corte longitudinal en la región ventral del cuerpo desde el ano hasta el cuello, evitando la perforación de las vísceras, para la extracción completa del tracto gastrointestinal, la medición del peso absoluto y relativo de los órganos con respecto al peso corporal (expresados como % del peso vivo).

Los componentes a los que se les realizó el pesaje individualmente fueron el estómago, intestino delgado, intestino grueso, ciego, hígado, corazón, riñones y pulmones tomando como apoyo una balanza digital con precisión de 0.01 g.

4.4. Costo de producción

El cálculo del costo de producción de una libra en pie de cobayo por tratamiento, se realizó mediante el siguiente procedimiento: con el consumo total acumulado de concentrado comercial (CC) por tratamiento (kg) y el precio del kilogramo de CC, se estimó el costo total del CC consumido en cada tratamiento durante el periodo experimental.

Con el consumo de los kg de MS forraje (CT-169, FVH de maíz y follaje fresco de *Trichanthera gigantea*) y el costo del kg de MS del respectivo forraje se calculó el costo total de forraje consumido en cada tratamiento. Mediante la suma del costo total del CC consumido en cada

tratamiento más el costo total del forraje consumido en cada tratamiento, se obtuvo el costo total de la alimentación por cada cobayo en su respectivo tratamiento.

Al dividir el costo total de la alimentación en cada tratamiento entre el peso vivo final (lb) de los cobayos en ese tratamiento, se logró obtener el costo de producción por libra de cobayo en pie en cada tratamiento.

4.5. Análisis químicos

El pasto CT-169, el forraje verde hidropónico de maíz y el follaje fresco de *Trichantera gigantea* se muestrearon semanalmente, fueron secadas en un horno de circulación forzada de aire a 65°C por 48 horas, se molieron hasta obtener un tamaño de partícula de 1 mm, y se almacenaron en recipientes de vidrios debidamente identificados. Al concluir el periodo experimental las 8 muestras de cada alimento fueron mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa para sus respectivos análisis químicos.

A las muestras compuestas de pasto CT-169, forraje verde hidropónico de maíz y follaje fresco de *Trichantera gigantea* se les determinó el contenido de materia seca, proteína bruta y fibra neutro detergente. El contenido de MS fue determinado por secado de la muestra en un horno a 105°C durante 4 horas. La concentración de nitrógeno total fue determinada por el procedimiento de Kjeldahl, (AOAC, 1990) y el contenido de proteína bruta fue calculado mediante la fórmula $PB = N \times 6.25$ (factor de ajuste para proteína vegetal). El contenido de fibra neutro detergente (FND) fue analizado descrito por (Van Soest *et al.*, 1991) utilizando sulfito de sodio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Composición química de los complementos utilizados

La composición química de los forrajes utilizados puede observarse en el cuadro 1. El concentrado comercial (CC) fue elaborado con los siguientes ingredientes: maíz, sorgo, harina de soya, subproducto de arroz, subproducto de galleta, aromatizante (cítrico y manzana), carbonato de calcio, fosfato de calcio, cloruro de sodio, lisina, metionina, treonina, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, I, Vitaminas A, D3, E, K3, B1, B2, B6, B12, niacina, ácido pantoténico, ácido ascórbico, biotina, ácido fólico y aluminosilicatos de sodio y calcio como secuestrante de micotoxina. El contenido de PB es similar al requerimiento de 18% de PB recomendado para cobayos en crecimiento por la (NRC, 1995).

No obstante, la concentración de fibra bruta del CC (10%), es menor al requerimiento del 15% recomendado por la NRC, (1995). En el contexto del presente experimento el aporte de FB del CC no es una limitante por que los cobayos recibieron una alimentación mixta (CC más forraje), y el aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de los forrajes.

Cuadro 2. Composición química de los alimentos

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	FND (%)	FB (%)
Concentrado comercial *	87.00	17.00	---	10.00
CT-169	28.07	12.24	74.89	
FVH maíz	40.72	18.02	53.81	
Follaje de <i>Trichantera</i>	34.43	22.69	40.25	

** Análisis realizados en el Laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria CC concentrado comercial; TG *Trichantera gigantea*; MS materia seca; PB proteína bruta; FND fibra neutro detergente; FB fibra bruta; ED energía

Fuente.* Análisis garantizado por la empresa Cargill

El contenido de energía digestible del CC es superior a las 3 000 kcal/kg recomendado por la NRC (1995). Los cobayos alimentados con dietas de mayor densidad energética tienen una mejor respuesta en términos de ganancia de peso y eficiencia alimenticia. (Chauca de Zaldivar, 1997)

Los contenidos de MS (%), PB (%) y FND (%), del pasto CT-169, Forraje Verde Hidropónico de maíz (FVH) y follaje de *Trichantera gigantea* se presentan en el cuadro 1. La concentración de PB (%) del FVH y del follaje de *Trichantera gigantea* es superior al requerimiento de PB de los cobayos en crecimiento (17%), según lo recomendado por la NRC (1995), lo que los convierte en una alternativa potencial para complementar cobayos en crecimiento.

El aporte de fibra (FND) del pasto CT-169, el FVH y el follaje de *Trichanthera gigantea* (74.89, 53.81 y 40.25%, respectivamente) complementan adecuadamente las necesidades de FB recomendados para cobayos en crecimiento. Según (Reyes *et al.* 2018), el contenido de fibra de la dieta tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cobayos de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo.

5.2. Peso vivo y ganancia de peso

Los resultados relativos al peso vivo (g) de los cobayos durante el desarrollo del experimento, muestran un incremento progresivo para las tres raciones estudiadas (figura 1). El mayor peso vivo final correspondió a los cobayos alimentados con CC a voluntad + CT-169 (803.5 g), similar al obtenido por los animales alimentados con 70% CC + FVH de maíz (779.5 g) y ambos superiores a los obtenidos por los cobayos que consumieron 70% CC + follaje de *Trichanthera gigantea*.

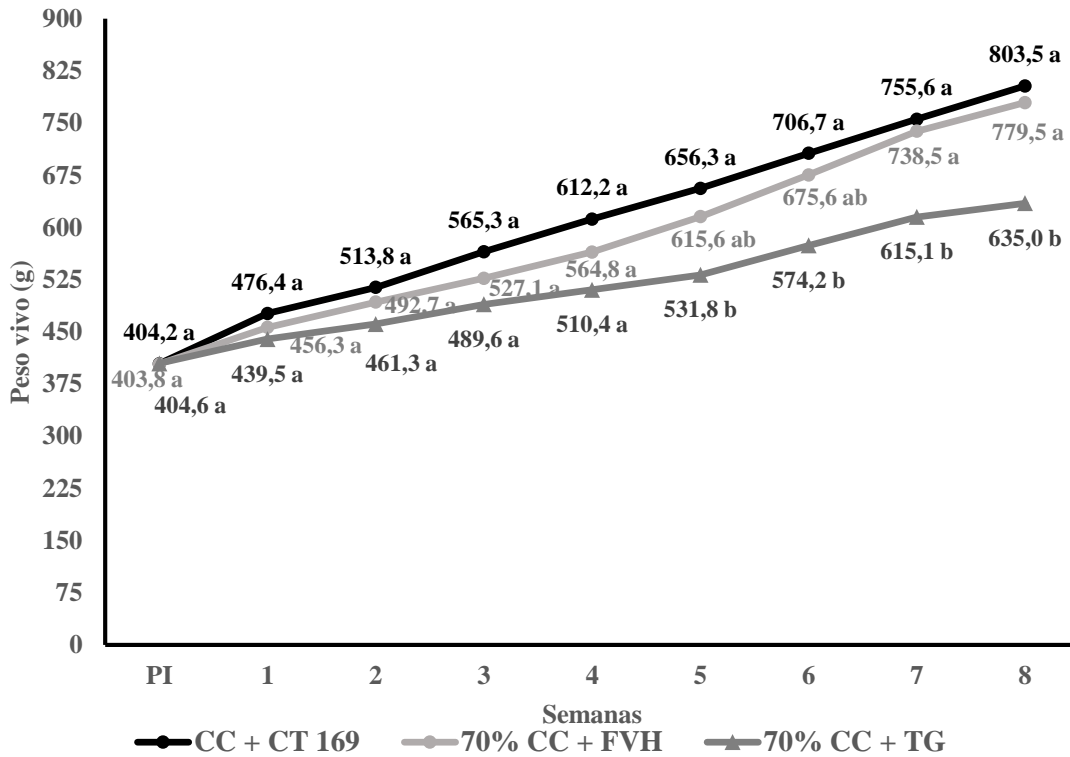


Figura 5 Curva de crecimiento de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de *Trichanthera gigantea*

Fuente: propia

El aumento de peso vivo es la respuesta de los animales ante el consumo de una dieta y refleja directamente que mientras mayor sea la cantidad de nutrientes que un animal tenga disponible, siempre y cuando los digiera y absorba eficientemente, mayor será la magnitud del peso que demuestre.

Los pesos vivos iniciales de los cobayos alimentados con las tres raciones experimentales fueron similares, no mostrando diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ellos (cuadro 2). Los cobayos alimentados con CC a voluntad + CT-169 y con 70% CC + FVH de maíz presentan los mayores pesos vivos finales, ganancia de peso total y ganancia de peso diario, los que difieren estadísticamente ($p < 0.05$) de los resultados obtenidos con la ración de 70% CC + follaje de *Trichanthera gigantea*.

Cuadro 3. Peso vivo, ganancia de peso total y ganancia diaria de peso de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de TG

	CC + CT 169	70% CC + FVH	70% CC + Nacedero
Peso vivo inicial (g)	402.2 a	403.8 a	404.6 a
Peso vivo final (g)	803.5 a	779.5 a	635.0 b
Ganancia peso total (g)	401.3	375.7	230.4
Ganancia peso diario (g/d)	7.17 a	6.71 a	4.11 b

Fuente: Propia

Las respuestas productivas similares ($p>0.05$) entre CC a voluntad + CT-169 y 70% CC + FVH de maíz, puede indicar que el contenido de nutrientes del FVH de maíz, así como su aprovechamiento por los cobayos, permite sustituir hasta un 30% del CC y balancear adecuadamente la ración, para alcanzar rendimientos productivos comparables con los de la ración CC a voluntad + CT-169.

El tamaño y velocidad de crecimiento de los cobayos, está influenciada por la alimentación y el genotipo del individuo. Los cobayos mejorados alcanzan incrementos diarios de peso de 15.4 g Saravia, (1994); los cruzados ganan 7-10 g diarios. Chauca de Zaldivar, (1995) y los cobayos criollos obtienen un incremento diario aproximado de 3.2 a 4 g. (Higaona *et al.*, 1990; citado por Chauca, en 1995).

La ganancia diaria de peso de los cobayos que consumieron CC a voluntad + CT-169 y 70% CC + FVH de maíz (7.17 y 6.71 g/d) están dentro del rango reportados por estos autores, para cobayos cruzados, similar a la reportada por Miranda (2014) que obtuvo entre 6.41 y 7.61 g/d en cobayos alimentados con forraje hidropónico de cebada más alimento concentrado y superiores a las reportadas por Meza *et al.* (2014) de 6.20 y 6.34 para cobayos alimentados con alimento balanceado y King grass o Maralfalfa (*Pennisetum sp.*).

La ganancia de peso (4.11 g/d) obtenida con la ración 70% CC + follaje de TG (4.11 g/d) es similar a la obtenida por otros autores en alimentación de cobayos criollos (Higaona, *et al.* 1990; Chauca de Zaldivar, 1995) y a la reportada por Campaña, Jacome y Caycedo (1983) y Lagos (2013) de 4.54 y 4.21 g/d para cobayos alimentados con 40% de ramio (*Boehmeria nivea*) o con forraje de pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*).

5.3. Consumo de alimento (MS)

Los resultados relativos al consumo acumulado de MS de CC por los cobayos durante el desarrollo del experimento, muestran un incremento progresivo para las tres raciones estudiadas (figura 2). El consumo de MS de CC fue mayor ($p < 0.05$) en el tratamiento de CC a voluntad + CT-169 (cuadro 3 y figura 2).

Cuadro 4. Consumo de alimento (MS) y conversión alimenticia de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de TG

	CC + CT 169	70% CC + FVH	70% CC + TG
Consumo MS CC (g)	25.78 a	19.29 b	19.19 b
Consumo MS Forraje (g)	27.90 a	29.40 a	20.46 b
Consumo total MS (g)	53.68 a	48.69 a	36.65 b
Ganancia peso (g/d)	7.17 a	6.71 a	4.11 b
Conversión alimenticia	7.49 a	7.26 a	8.92 b

Fuente: Propia

El consumo de MS de forraje y consumo total de MS (CC más forraje) fueron superiores ($p < 0.05$) en los cobayos alimentados con CC a voluntad + CT-169 y con 70% CC + FVH de maíz, en comparación con los cobayos alimentados con 70% CC + follaje de TG (cuadro 3).

Las diferencias en consumo de MS de CC, era de esperarse, ya que un tratamiento tenía acceso a voluntad al CC y los cobayos de los otros tratamientos tenían acceso restringido (70% CC). No obstante, el consumo de MS de forraje y consumo total de MS estadísticamente superior ($p < 0.05$) en los cobayos alimentados con CC a voluntad + CT-169 y 70% CC + FVH de maíz, podría deberse a que el FVH tiene una buena palatabilidad y un contenido de nutrientes adecuado que permite una complementación sustitutiva de aproximadamente el 30% del CC, lo que no ocurre con el follaje de TG.

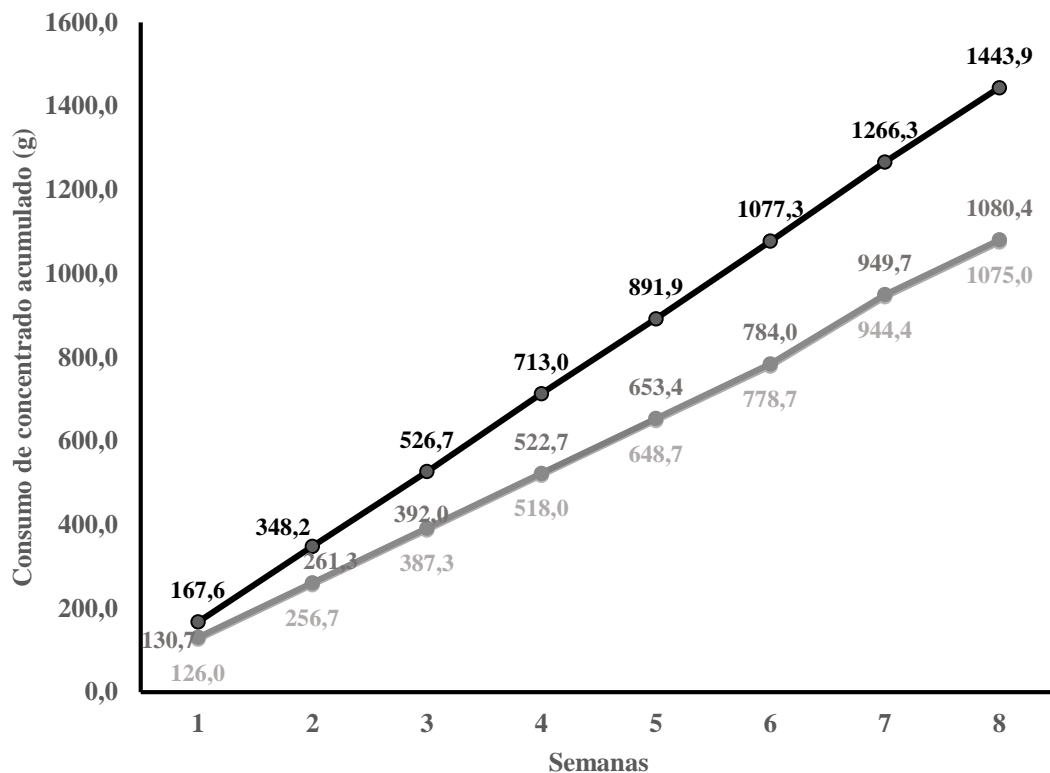


Figura 6 Consumo acumulado de concentrado comercial (MS) de cobayos complementados con FVH de maíz y follaje de *Trichantera gigantea*

Fuente: Propia

5.4. Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia indirectamente evalúa el uso de las raciones alimenticias en base a su digestibilidad, absorción y calidad de nutrientes (Mattos, *et al.* 2003), ya que expresa la eficiencia de utilización del alimento en función de la cantidad de alimento que requiere consumir un animal para ganar una unidad de peso corporal. En este estudio, mediante la complementación con FVH de maíz y follaje de TG se pretende encontrar una ración que disminuya la utilización de CC y que se obtenga una conversión alimenticia que se aproxime a los valores de un alimento balanceado integral.

En correspondencia con los resultados de consumo total de MS y la ganancia de peso las raciones con CC a voluntad + CT-169 y 70% CC + FVH de maíz, presentaron significativamente ($p < 0.05$) una mejor conversión alimenticia, con 7.49 y 7.26, respectivamente, que la ración con 70% CC + follaje de *Trichanthera gigantea* (cuadro 3).

Esto indicaría que los cobayos alimentados con las raciones CC a voluntad + CT-169 y 70% CC + FVH de maíz mostraron una mayor eficiencia en la transformación del alimento en tejido corporal, alcanzando el peso comercial con un menor consumo de alimento.

Los valores de conversión alimenticia encontrados en el presente estudio son mejores que los reportados por (Garcés, 2003 y Herrera 2007) con valores de 8.21 y 9.20, para cobayos alimentados con 20% de cuyinaza y con 5% de sacharina mas aditivos, respectivamente, y son menos eficientes que los valores encontrados por (Cajamarca 2006 y Mullo 2009) de 5.55 y 5.64, utilizando harina de lombriz y un promotor natural de crecimiento (Sel-plex), respectivamente. Las diferencias pueden ser debidas al efecto de las condiciones ambientales, del grupo genético de cobayo y del valor nutricional de los alimentos utilizados.

5.5. Morfometría del tracto gastrointestinal y órganos accesorios

Los pesos relativos son calculados teniendo en cuenta el peso absoluto del órgano dividido entre el peso vivo del animal multiplicado por 100, para expresarlo como porcentaje del peso vivo, para reducir la variabilidad y evaluar el efecto de las raciones sobre el peso de los órganos en similares condiciones.

Las raciones en estudio no tuvieron ningún efecto ($p > 0.05$) sobre los pesos relativos del estómago, intestino delgado, intestino grueso, ciego, hígado, corazón, riñones y pulmones (cuadro 4).

Cuadro 5. Peso relativo (%) del tracto gastrointestinal y órganos accesorios de cobayos complementados con forraje verde hidropónico de maíz y follaje de *Trichantera gigantea*

Variable	CC + CT 169	CC + FVH Maíz	CC + FTG
Estómago vacío	0.72 ± 0.11	0.73 ± 0.24	0.78 ± 0.10
Intestino delgado	1.31 ± 0.07	1.44 ± 0.18	1.49 ± 0.08
Intestino grueso	2.05 ± 0.23	2.29 ± 0.53	2.21 ± 0.15
Ciego	1.07 ± 0.20	1.29 ± 0.30	1.15 ± 0.12
Hígado	3.56 ± 0.22	3.68 ± 0.43	3.69 ± 0.29
Corazón	0.33 ± 0.09	0.31 ± 0.08	0.26 ± 0.04
Riñón	0.73 ± 0.11	0.87 ± 0.17	0.89 ± 0.13
Pulmones	0.78 ± 0.09	0.81 ± 0.34	1.03 ± 0.30

Fuente: Propia

Los pesos relativos del estómago (0.72-0.78%) y ciego (1.07-1.29%) del presente experimento están dentro del rango de pesos relativos reportados por Ramón, (2017) de 0.71-0.73% y de 1.15-1.25% para el estómago y ciego de cobayos, respectivamente. El ciego es donde se realiza la fermentación bacteriana, y el cobayo realiza la cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones a base de follaje.

5.6. Análisis financiero

Los resultados del análisis de los costos de producción de una libra de conejo considerando únicamente los costos de alimentación, demuestran que la alimentación de cobayos con 70% CC + FVH de maíz genera los menores costos de producción (cuadro 5) de una libra de cobayo en pie (C\$ 11.20) en comparación con las raciones de 70% CC + follaje de TG (C\$ 12.52) y CC a voluntad + CT-169 (C\$ 13.62).

Cuadro 6. Costo de producción de cobayos complementados con forraje verde hidropónico (FVH) y follaje de *Trichantera gigantea*.

	CC + CT 169	70% CC + FVH	70% CC + TG
Consumo total CC (kg)	1.444 a	1.075 b	1.080 c
Precio CC (kg)	15.98	15.98	15.98
Costo total consumo CC	23.08	17.18	16.53
Consumo MS forraje (kg)	1.56	1.65	1.15
Costo kg MS forraje (C\$)	0.66	1.26	0.87
Costo consumo forraje (C\$)	1.03	2.08	1
Costo total alimento (C\$)	24.11	19.26	17.55
Peso vivo final (lb)	1.77	1.72	1.40
Costo producción por libra	13.62	11.20	12.52

Fuente: Propia

VI. CONCLUSIONES

La alimentación de cobayos con 70% de CC y complementados con forraje verde hidropónico de maíz, no afecta el comportamiento productivo (Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia), ni la Morfometría del TGI, en comparación con cobayos alimentados con CC a voluntad y CT-169.

El análisis del costo de producción demostró que alimentar cobayos con 70% de CC y complementado con forraje verde hidropónico de maíz (C\$ 11.20 lb) resulta en menores costos por libra de cobayo en pie al compararlos con cobayos alimentados con CC a voluntad y CT-169.

Un complemento de buena calidad como el FVH de maíz puede reemplazar parte del concentrado comercial que el cobayo recibe como dieta básica. El alimento complementario (FVH de maíz) debe ser palatable, digerible, de fácil adquisición, de bajo costo y alta disponibilidad. El cobayo debe adaptarse a su consumo para lograr un adecuado incremento de peso a bajo costo para mejorar la rentabilidad de la granja.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aliaga, L, (1979). Producción de cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.145-179 paginas.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. (12th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. 1018 p.
- Caicedo W. (2013). Evaluación de Sistemas Silvopastoriles Como Alternativa Para la Sostenibilidad de los Recursos Naturales, en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba - Ecuador: Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/282117299>
- Caicedo, A. (1993) Efecto de la frecuencia de suministro de forraje de alfalfa y suplemento concentrado en los rendimientos productivos del cuy (*Cavia porcellus*). (Programa de producción animal.) Venezuela: Revista latinoamericana de investigación en pequeños herbívoros no rumiantes.32 página.
- Cajamarca, C.(2006). Utilización de la harina de lombriz en la alimentación de cuyes mejorados en la etapa de crecimiento y engorde. (Tesis de grado.) Riobamba-Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1776/1/17T0772.pdf>
- Campaña, J.; Jacome, R y A. Caycedo V. (1983). Evaluación de diferentes niveles de forrajes de ramio (*Boehmeria nivea*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Resúmenes. Avances de la Investigación de cuyes. Universidad de Nariño.Pasto Colombia. 20 página.
- Castro, B. (1994). Avances en nutrición y alimentación en cuyes. Guía didáctica. Universidad Nacional del centro del Perú. Recuperado de: <https://elcuy.org/avances-en-nutricion-y-alimentacion-de-cuyes/>
- Chauca de Zaldívar, L. (1997). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal 138. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/W6562S/W6562S00.htm>
- Chauca, D. (1995). Fisiología digestiva: Crianza de cuyes. Serie Guía Didáctica. Lima: INIA.13-16 páginas.
- FAO (2001). Manual Técnico Producción de Forraje Verde Hidropónico. TCP/ECU/066 (A) “Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA”. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/pdf/1.pdf
- Garcés, S. (2003). Efecto del uso de la cuyinaza mas melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador. 69 páginas.
- Gómez M.; Rodríguez L.; Murgueitio E; Ríos C.; Rosales M.; Molina C.; Molina E.; Molina J. (1997). Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali, Valle Colombia. 2 ed. aumentada.

- Herrera, O. (2007). Uso de la sacharina más aditivos en la alimentación de cuyes y su efecto en la etapa de gestación, lactancia, crecimiento y engorde. (Tesis de grado).Escuela superior politecnica de chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1819/1/17T0713.pdf>
- Higaona, R; Chauca, L; Zaldivar, M. (1990). Evaluación de los parámetros productivos del cuy criollo. In XII Reunión APPA. Asociación Peruana de Producción Animal.Lima.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (2009). (INETER) Informe estadístico meteorológico. Managua, NI.
- Jiménez, M. (2006). Producción de biomasa de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) en diferentes escenarios de sombra y frecuencias de corte, en el rancho EBENEZER Niquinomo, Masaya. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Niquinomo, Nicaragua. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/1348/1/tnp06j61.pdf>
- Lagos, B. (2013). Productividad de los cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con la mezcla de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) - Ramio (*Boehmeria nivea*) bajo fertilización mineral y orgánica, en clima medio. Tesis de Maestría Universidad de Nariño. San Juan de los Pastos, Colombia. Recuperado de: <http://sired.udenar.edu.co/2923/1/89538.pdf>
- López, A., Murillo, A., Rodríguez, Q., (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *INTERCIENCIA*,(2). 121-126 páginas. Recuperado de: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/121-c-LOPEZ-6.pdf>
- Mattos, J; Chauca, L; San Martín, F; Carcelén, F; Arbaiza, T. (2003). Uso del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Perú* 14(2). 89-96 páginas.
- Meza, B., Cabrera, V., Morán, M., Meza, B., Cabrera, V., Meza, B., Meza, B., Cabanilla, C., López, M., Pincay, J., Bohórquez, B., Ortiz, D. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Revista IDESIA (Chile)*, Volumen 32, 75-80 páginas. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>
- Miranda, CI. (2014). Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y su utilización en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento–engorde. tesis de grado. Universidad privada Antenor Orrego. Trujillo, Peru. Recuperado de: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/200/1/MIRANDA_CELITO_SUMINISTRO_NUTRIENTES.pdf
- Morales, H.; Gomes, A.; Juárez, P.; Ley, A. (2012). Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea mays* L) con diferentes concentraciones de solución nutritiva. *Abanico veterinario*. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2012/av123c.pdf>
- Muller, L.; Manfron, P.; Santos, O.; Petter, S.; Dourado, D.; Morselli, T.; Lopes, G.; Hedlund, A. (2006). Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropónica de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Zootecnia Trop. Brasil*. 24 (2): 137-152 páginas.

- Mullo, G. (2009). Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-plex) en la alimentación de 5Tcuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Tesis de grado. Escuela superior politecnica de chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1326/1/17T0925.pdf>
- National Research Council, US. (1995). (NRC). Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition, Chapter: 4 nutrient requirements of the guinea pig. *National Academy Press, 2101 Constitution Avenue, N.W. Washington, DC. 20418. 103-124 paginas.*
- National Research Council. (1995). (NRC). Nutrient Requirements of the Guinea Pig. En: *Nutrient requirements of laboratory animals*. Washington D.C.: *National Academy Press*. NRC. p 2-27 páginas.
- Pazmiño, D. (2005). Diferentes niveles de cascara de maracuyá, como subproducto nutricional en la alimentación de cuyes. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1785/1/17T0751.pdf>
- Pito, M. (2017). Utilización de diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de grado. Escuela superior politecnica de chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/7175>
- Ramón, J. (2017). Determinación de características morfofisiológicas del tracto digestivo del cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de grado. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18826/1/Alex%20Mauricio%20Ramón%20Jaramillo.pdf>
- Rea, A.; Mora, M. (2012) Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero “El Mirador” barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 121 páginas.
- Reyes, N.; Vivas, J.; Aguilar, J.; Hernández, J.; Caldera, N.; (2018). Suplementación de cobayos (*Cavia porcellus* L.) con follajes fresco de morera (*Morus alba*) y moringa (*Moringa oleifera*). *Revista La Calera*, (30).7–13 páginas.
- Samaniego, M. (2016). Utilización de Forraje Hidropónico *Zea Mays* (maíz), en la alimentación de *Cavia porcellus* (cuyes), en la etapa de crecimiento y engorde en la provincia de morona Santiago. Tesis de grado. Escuela superior politecnica de chimborazo. Riobamba, Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5386/1/17T1416.pdf>
- Sánchez, K. (2015). Evaluación de cuatro raciones alimenticias en el crecimiento y engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en el centro académico Miraflores de la UNSM-T/FCA. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Recuperado de: <http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1849/ITEM%4011458-985.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saravia, J. (1994). Avances de investigación en la alimentación de cuyes. Serie guía didáctica. Lima: INIA/ CIID .17-26 páginas.

- Tarrillo, H. (2008). Manual de producción de Forraje Verde Hidropónico 2da. ed. Lima, Perú. 41paginas.
- Torres, V. (2013). Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1018/3/T-UCE-0014-31.pdf>
- Van Soest, J. (1994a). Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca, New York: Comstock Publishing/Cornell University Press, 1994. 476 paginas.
- Van Soest, P.; Robertson J.; Lewis B. (1991b). Methods for dietary fibre, neutral-detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 4, 3583–3597.
- Vargas, S. y Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Tesis de grado. Universidad de Cuenca. Recuperado de. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3319/1/TESIS.pdf>
- Varela P. M. (2017). Producción de biomasa y calidad nutritiva de forraje verde hidropónico, Managua, Nicaragua. 2016. Tesis de grado. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3713/1/tnf04v293.pdf>
- Veloz, L. (2019). Importancia de las labores culturales en el cultivo. Recuperado de: <http://agricultor-agro.blogspot.com/2019/01/informe-de-laboratorio-anfiteatro-i.html>
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. In: XXXI Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción animal 31, Simposio Avances sobre producción de cuyes en el Perú (2008, Lima, Perú). Resúmenes. APPA, CD rom.
- Vílchez, C. (2007). Fisiología digestiva, nutrición y metabolismo de nutrientes. Lima Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Recuperado de <https://slideplayer.es/amp/10273203/>
- Vivas J.; Carballo J.; (2009). Manual de crianza de cobayo (*cavia porcellus*). Manual. Managua, Nicaragua. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/200/1/MIRANDA_CELITO_SUMINTR O_NUTRIENTES.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de peso vivo inicial de cobayos complementados con forraje verde hidropónico y hojas de *Trichantera gigantea*

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	2	1	0.00	1
Error	15	78004	5200		
Total	17	78006			

Anexo 2. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	404.6	A
CC + FVH	404.2	A
CC + Nacedero	404.6	A

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 2. Análisis de varianza de peso vivo final de cobayos complementados con forraje verde hidropónico y hojas de *Trichantera gigantea*

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	99684	49842	9.05	0.003
Error	15	82621	5508		
Total	17	182305			

Anexos 3. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	803.5	A
CC + FVH	779.5	A
CC + Nacedero	635.0	B

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 4. Análisis de varianza de peso de corazón de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.016625	0.008312	1.49	0.257
Error	15	0.083792	0.005586		
Total	17	0.100417			

Anexos 5. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	0.3	a
CC + FVH	0.3	a
CC + Nacedero	0.3	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey.

Anexos 6. Análisis de varianza de peso del pulmón de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.22845	0.11423	1.65	0.226
Error	15	1.04083	0.06939		
Total	17	1.26928			

Anexos 7. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	1.0	a
CC + FVH	0.8	a
CC + Nacedero	0.8	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 8. Análisis de varianza de peso del páncreas de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.009833	0.004916	3.48	0.057
Error	15	0.021193	0.001413		
Total	17	0.031026			

Anexos 9. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	0.2	a
CC + FVH	0.1	a
CC + Nacedero	0.1	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 10. Análisis de varianza de peso del hígado de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.0642	0.0321	0.30	0.744
Error	15	1.5967	0.1064		
Total	17	1.6609			

Anexos 11. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	3.7	a
CC + FVH	3.7	a
CC + Nacedero	3.6	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 12. Análisis de varianza de peso del riñón de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.09497	0.04749	2.49	0.117
Error	15	0.28626	0.01908		
Total	17	0.38123			

Anexos 13. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	0.9	a
CC + FVH	0.9	a
CC + Nacedero	0.7	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 14. Análisis de varianza de peso del estómago de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.01495	0.00748	0.29	0.754
Error	15	0.38972	0.02598		
Total	17	0.40467			

Anexos 15. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	0.8	a
CC + FVH	0.7	a
CC + Nacedero	0.7	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 16. Análisis de varianza de peso del intestino delgado de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.09855	0.04928	3.26	0.067
Error	15	0.22651	0.01510		
Total	17	0.32506			

Anexos 17. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	1.5	A
CC + FVH	1.4	A
CC + Nacedero	1.3	A

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 18. Análisis de varianza de peso del intestino grueso de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.1883	0.0942	0.79	0.472
Error	15	1.7902	0.1193		
Total	17	1.9785			

Anexos 19. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	2.3	a
CC + FVH	2.2	a
CC + Nacedero	2.0	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 20. Análisis de varianza de peso del ciego de cobayos, utilizando ajuste para las pruebas

FV	GL	SC	CM	Fc	P
Tratamiento	2	0.15701	0.07851	1.61	0.232
Error	15	0.73087	0.04872		
Total	17	0.88788			

Anexos 21. Análisis de agrupación mediante el método de Tukey

Tratamiento	Media	
CC + CT 169	1.3	a
CC + FVH	1.1	a
CC + Nacedero	1.1	a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas para $p < 0.05\%$ por la prueba de Tukey

Anexos 22. A. Instalación y B. producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*)



Anexos 23. a. producción de follaje de nacedero (*Trichantera gigantea*) y b. producción de pasto CT-169



Anexos 24. Cobayos identificados por medio de fotografía, *a*: T1, T2, T3 y *b*: Alimentación según su tratamiento



Anexos 25. *a*: Pesaje de producción de FVH, *b*: pesaje de forraje rechazado, y *c*. toma de datos de alimento ofrecido



Anexos 26. a. Preparación de la semilla para producción de forraje y b. traslado de la bandeja al invernadero a los 4 días



Anexos 27. a.: Limpieza de maleza de nacedero, b. fumigación para eliminar plagas (zompopo), c. desinfección de jaulas previo al traslado de los animales, y d. adquisición del compost para abonar el nacedero



Anexos 28. a. pesaje de los animales previo al sacrificio, b. aturdimiento y degollado del cobayo, c. inmersión de los cobayos en agua en ebullición de 80-90° C, d. evisceración y e. presentación en canal



Anexos 29. a. separación de cada órgano posterior su pesaje, b. pesaje de órganos llenos y vacíos (ciego, estómago, intestino delgado e intestino grueso), c. pesaje de corazón, riñones, hígado, páncreas y pulmón, y d. toma de datos de cada pesaje

