



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE
HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea mays*) COMO SUSTITUTO
DEL FORRAJE HABITUAL EN EL CRECIMIENTO Y
ENGORDE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN LA
PROVINCIA DE LOJA.

Tesis de grado previa a la obtención del
Título de Médica Veterinaria Zootecnista

AUTORA:

Johanna Jackeline Jumbo Elizalde

DIRECTOR:

Dr. Edgar Benítez González. PhD

LOJA – ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Doctor

Edgar Benítez González PhD

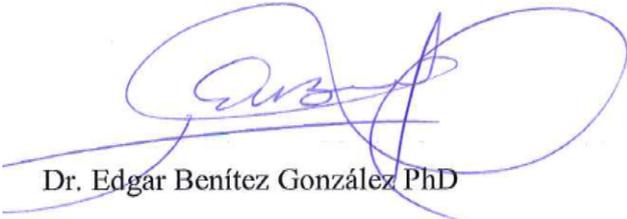
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que la señorita **JOHANNA JACKELINE JUMBO ELIZALDE**, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista autora de la tesis titulada: **“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea mays*) COMO SUSTITUTO DEL FORRAJE HABITUAL EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN LA PROVINCIA DE LOJA”**, ha concluido su trabajo de investigación dentro del cronograma establecido y se autoriza se continúe con el trámite de graduación.

Lo certifico.

Loja, noviembre del 2018



Dr. Edgar Benítez González PhD

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICAN:

Que la señorita Egresada de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, **JOHANNA JACKELINE JUMBO ELIZALDE**, autora de la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea mays*) COMO SUSTITUTO DEL FORRAJE HABITUAL EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN LA PROVINCIA DE LOJA”, previo a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista, ha incluido las correcciones que se le han observado, por lo tanto autorizamos continuar con los trámites para la Graduación.

Loja, febrero del 2019



PRESIDENTE TRIBUNAL

Dr. Rolando Sisalima Jara Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

Dr. José Eugenio Gaona Mg. Sc.



VOCAL DEL TRIBUNAL

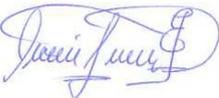
Dr. Edwin Mizhquero Rivera Mg. Sc.

AUTORÍA

Yo, Johanna Jackeline Jumbo Elizalde, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual

Autora: Johanna Jackeline Jumbo Elizalde

Firma: 

Cédula: 1726662388

Fecha: Loja, 14 de marzo del 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Johanna Jackeline Jumbo Elizalde declaro ser autora de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea mays*) COMO SUSTITUTO DEL FORRAJE HABITUAL EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN LA PROVINCIA DE LOJA”, como requisito para optar al grado de Médica Veterinaria Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de marzo del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma:

Autora:

Johanna Jackeline Jumbo Elizalde

Número de cédula:

1726662388

Correo Electrónico:

johannajumbo91@gmail.com

Teléfono: 2540493

Celular: 0994170958 **Dirección:** Loja, Los Ciprés

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EDGAR BENÍTEZ GONZÁLES PhD

TRIBUNAL DE GRADO:

Dr. Rolando Sisalima Jara Mg. Sc.

Dr. José Eugenio Gaona Mg. Sc.

Dr. Edwin Mizhquero Rivera Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a Dios por concederme la vida, salud y sabiduría, y por permitirme culminar esta etapa importante en mi vida.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todos los docentes por sus sabios conocimientos y experiencias compartidas.

A mi director de tesis, el Doctor Edgar Benítez González PhD. por su apoyo brindado en el transcurso de mi trabajo de tesis; al doctor Luis Aguirre Mg. Sc. quien ha colaborado de manera significativa con sus aportes y conocimientos para culminar con éxito la presente investigación.

Un sincero agradecimiento a toda mi familia, amigos y compañeros por su apoyo incondicional en cada momento de mi época universitaria.

Johanna Jackeline Jumbo Elizalde.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico primeramente a Dios, pilar fundamental en mi vida, por no dejarme caer a pesar de las adversidades, por permitirme culminar uno de mis más grandes anhelos con éxito.

A mi madre María Jumbo por ser la razón y lo más importante en mi vida, a mis hermanos; Mirian, Vicente, Marco, Esduar, Ireny, Sonia y Jorqui; por ser mí guía ya que sin su amor, consejos e innumerables sacrificios no hubiese sido posible culminar esta etapa de mi vida.

A mi novio Alex quien siempre ha demostrado paciencia y amor apoyándome incondicionalmente en cada paso que doy, creyendo en mí y alentándome a seguir adelante siempre.

A mi mejor amiga Rebeca, que de una u otra forma siempre está presta a ayudarme, por todo su cariño y humildad.

A toda mi familia abuelos, tíos, sobrinos en quienes siempre he podido confiar.

Johanna Jackeline Jumbo Elizalde.

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL CUY.....	3
2.1.1. Fisiología Digestiva del Cobayo	3
2.1.2. Alimentación con Forraje	4
2.1.3. Alimentación Mixta.....	5
2.1.4. Alimentación con Balanceado.....	5
2.1.5. Alimentación de Cuyes a Base de Forraje Verde Hidropónico.....	6
2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO.....	6
2.2.1. Crecimiento y Acabado del Cuy.....	8
2.2.2. Energía.....	8
2.2.3. Proteína.....	8
2.2.4. Fibra.....	9
2.2.5. Agua	9
2.2.6. Minerales	10
2.3. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	10
2.3.1. Definición	10
2.3.2. Infraestructura.....	10
2.3.3. Invernadero	11
2.3.4. Módulo de Germinación	11
2.3.5. Módulo de Producción	11
2.3.6. Requerimientos	11
2.3.7. Proceso de Producción de Forraje Hidropónico	12
2.3.7.1. Bandejas	12
2.3.7.2. Selección de semilla.....	12
2.3.7.3. Lavado y desinfección de semilla	12
2.3.7.4. Germinación.....	12
2.3.7.5. Riego	13
2.3.7.6. Cosecha	13
2.3.8. Ventajas del Forraje Verde Hidropónico.....	13

2.4.	EL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	14
2.4.1.	El Forraje Verde Hidropónico en la Alimentación del Cuy.....	14
2.4.2.	Dosis (FVH) Recomendada para Diferentes Especies.....	15
2.4.3.	Maíz Forrajero.....	15
2.4.3.1.	El maíz en la hidroponía	15
2.4.3.2.	Semillas de maíz a utilizar	16
2.5.	TRABAJOS RELACIONADOS	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	MATERIALES	21
3.1.1.	Materiales de Campo.....	21
3.1.2.	Materiales de Oficina	21
3.2.	MÉTODOS	22
3.2.1.	Ubicación	22
3.2.2.	Ubicación Política	22
3.2.3.	Ubicación Geográfica	22
3.2.4.	Descripción y Adecuación de Instalaciones.....	22
3.2.5.	Descripción de las Unidades Experimentales	23
3.2.6.	Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales.....	23
3.2.7.	Producción de Forraje Verde Hidropónico	23
3.2.7.1.	Selección de las semillas.....	23
3.2.7.2.	Prelavado.....	23
3.2.7.3.	Lavado.....	23
3.2.7.4.	Remojo	24
3.2.7.5.	Oreo.....	24
3.2.7.6.	Traslado.....	24
3.2.7.7.	Germinación.....	24
3.2.7.8.	Producción	24
3.2.7.9.	Cosecha	24
3.2.8.	Descripción de los Tratamientos.....	25
3.2.9.	Diseño Experimental.....	25
3.2.10.	VARIABLES EN ESTUDIO	25
3.2.11.	Toma y Registro de Datos.....	26
3.2.11.1.	Consumo de alimento.....	26
3.2.11.2.	Incremento de peso	26
3.2.11.3.	Conversión alimenticia	26
3.2.11.4.	Rentabilidad	27
4.	RESULTADOS.....	28
4.1.	CONSUMO DE ALIMENTO	28
4.2.	INCREMENTO DE PESO	33
4.2.1.	Peso promedio semanal.....	33
4.3.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	35

4.4.	RENTABILIDAD.....	37
4.4.1.	Costos de producción	37
4.4.1.1.	Precio de los cobayos	37
4.4.1.2.	Alimentación	37
4.4.1.3.	Instalaciones	38
4.4.1.4.	Mano de obra.....	38
4.4.1.5.	Sanidad.....	38
4.4.2.	Ingresos	39
4.4.2.1.	Venta de cobayos	39
4.4.2.2.	Venta de abono.....	39
5.	DISCUSIÓN.....	41
5.1	CONSUMO DE ALIMENTO	41
5.2	INCREMENTO DE PESO	42
5.3	CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	42
5.4	RENTABILIDAD	43
6.	CONCLUSIONES.....	44
7.	RECOMENDACIONES	45
8.	BIBLIOGRAFÍA	46
9.	ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Descripción zoológica del cuy	4
Tabla 2.	Requerimientos nutricionales del cuy	6
Tabla 3.	Requerimiento nutricional del cobayo en la dieta diaria.....	7
Tabla 4.	Dosis de alimentación según la especie animal	15
Tabla 5.	Composición nutritiva del germinado de maíz	16
Tabla 6.	Detalle de los tratamientos evaluados en la investigación.....	25
Tabla 7.	Consumo de pasto habitual promedio semanal en base a materia seca (g)	28
Tabla 8.	Consumo de forraje hidropónico promedio semanal en base a materia seca.....	29
Tabla 9.	Consumo de balanceado comercial promedio semanal en base a materia seca (g)	31
Tabla 10.	Consumo total de alimento pasto habitual + forraje verde hidropónico + balanceado comercial promedio semanal en base a materia seca (g).	32
Tabla 11.	Peso promedio semanal en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado (g).....	34
Tabla 12.	Conversión alimenticia semanal en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado.....	36
Tabla 13.	Costo de forraje habitual.	37
Tabla 14.	Costo de forraje verde hidropónico.....	38
Tabla 15.	Costo del balanceado.....	38
Tabla 16.	Ingreso por venta de animales en cada uno de los tratamientos	39
Tabla 17.	Rentabilidad de cada tratamiento en porcentajes.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de pasto habitual (kikuyo) en base a materia seca en los tres tratamientos.....	29
Figura 2. Consumo de forraje hidropónico en base a materia seca en los tratamientos dos y tres.....	30
Figura 3. Consumo de balanceado en los tres tratamientos	32
Figura 4. Consumo total de alimentos en los tratamientos uno, dos y tres.....	33
Figura 5. Incremento de peso promedio total e incremento de peso promedio día (g).....	35
Figura 6. Curva de crecimiento de pesos (g) en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado.....	35
Figura 7. Conversión alimenticia total en base a materia seca en los tratamientos	37
Figura 8. Rentabilidad obtenida en los tres tratamientos.....	40

EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea mays*) COMO SUSTITUTO DEL FORRAJE HABITUAL EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE COBAYOS (*Cavia porcellus*) EN LA PROVINCIA DE LOJA.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Quinta Experimental Punzara, perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, la misma que estuvo orientada a proporcionar alternativas para mejorar el manejo alimenticio de los cobayos, mediante la utilización de forraje verde hidropónico de maíz, para el efecto de éste se utilizaron tres grupos experimentales de 20 animales cada uno. Se estudiaron las siguientes variables: consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y rentabilidad. Se utilizó el diseño de bloques al azar (DBA), con tres tratamientos y 10 repeticiones considerando a cada semana como una repetición. Se aplicó la prueba de Duncan en las variables de estudio con el paquete informático InFoStat utilizando una base de datos creada a través del programa Microsoft Excel. Los tratamientos fueron: tratamiento uno (90% forraje habitual -10% Balanceado) considerado como el tratamiento testigo, tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10% Balanceado) y tratamiento tres (20%P.H-70%F.V.H-10% Balanceado). Los resultados arrojados son los siguientes: El mayor consumo de alimento lo obtuvo el tratamiento dos con 391,40 g semanales, mientras que el menor consumo se registró en el tratamiento uno con 329,35 g semanales. De igual manera el mayor incremento de peso lo registró el tratamiento dos con un promedio de 954,94 g, mientras que el tratamiento uno registró un menor incremento de peso con 778,27 g. La mejor conversión alimenticia la obtuvo el tratamiento dos con 3,97 a 1, mientras que el tratamiento tres resulto menos eficiente con una relación de 4,30 a 1. La mayor rentabilidad la obtuvo el tratamiento dos con 42,02 %, lo que nos indica que por cada \$ 100 dólares invertidos se obtiene una ganancia de \$ 42,02 dólares a diferencia del tratamiento uno que tuvo una menor rentabilidad con 24,42 %.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Fifth Experimental Punzara, belonging to the National University of Loja, the same one that was oriented to provide alternatives to improve the nutritional management of the guinea pigs, through the use of green hydroponic forage of corn, for the effect of this was used three experimental groups of 20 animals each. The following variables were studied: food consumption, weight gain, feed conversion and profitability. The randomized block design (DBA) was used, with three treatments and 10 repetitions considering each week as a repetition. The Duncan test was applied to the study variables with the InFoStat computer package using a database created through the Microsoft Excel program. The treatments were: treatment one (90% usual forage -10% Balanced) considered as the control treatment, treatment two (60% PH-30% FVH-10% Balanced) and treatment three (20% PH-70% FVH-10) % Balanced). The results are as follows: The highest consumption of food was obtained by treatment two with 391.40 g per week, while the lowest consumption was recorded in treatment one with 329.35 g per week. Similarly, the highest weight gain was recorded by treatment two with an average of 954.94 g, while treatment one recorded a lower weight gain with 778.27 g. The best feed conversion was obtained by treatment two with 3.97 to 1, while treatment three was less efficient with a ratio of 4.30 to 1. The highest profitability was obtained by treatment two with 42.02%, which it indicates that for every \$ 100 dollars invested a profit of \$ 42.02 dollars is obtained, unlike the treatment one that had a lower profitability with 24.42%.

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de explotaciones de cuyes en la Provincia de Loja es poco tecnificada, ya que su alimentación se basa en forraje verde, en ocasiones residuos de cosecha, y sin ninguna suplementación, lo que conlleva a tener animales de bajo peso, y a su vez un tiempo más prolongado al sacrificio, ligado a la escasez de alimento durante determinadas épocas lo que llega a influenciar negativamente en el desarrollo normal del cuy (Flores, 2014).

La escasez de forraje para la alimentación de cuyes está dada por diferentes factores tales como la falta de agua para riego, la tierra no apta para la siembra de leguminosas o la dureza del agua. La alimentación en cuyes es uno de los aspectos más importantes, debido a que éste debe garantizar la producción de forraje suficiente considerando, que el cuy es un animal herbívoro y tiene una gran capacidad de consumo de forraje. Las diferentes deficiencias nutricionales dan como resultado la variedad de problemas de salud de enfermedades infecciosas ya sea viral o bacterial, en los animales y desordenes involutivos o degenerativos.

Por otra parte, la limitada superficie con que cuenta el agricultor, para destinar al cultivo de forrajes, impide la adecuada administración de la dieta alimenticia, siendo esta, baja en contenido nutricional, por lo que se hace necesario la búsqueda de medios que garanticen altos contenidos nutricionales en la alimentación de los animales. El desconocimiento de las características nutricionales hace que los productores doten a los animales de una alimentación insuficiente en calidad y cantidad, disminuyendo el rendimiento productivo (Tubón, 2013).

La falta de interés en conocer alternativas en alimentación ha limitado el desarrollo de la producción pecuaria, es así como en los países andinos la cría y producción de cuyes se realiza de manera tradicional y en un sistema familiar, problemas como este, hacen que en los países subdesarrollados no se alcancen buenos niveles de productividad, lo que permite competir ante una economía

globalizada. Sin embargo; hoy en día, la crianza de cuyes debería orientarse y consolidarse como una explotación intensiva basada en aspectos técnicos de manejo, alimentación y mejoramiento genético, de ahí que la presente investigación se basa en el estudio del efecto de forrajes verdes hidropónicos (FVH), cultivados bajo invernadero y obtenidos a través de la utilización de semillas disponibles en la zona, sobre la producción de cuyes en todas las etapas fisiológicas (Casa, 2008).

Tomando en cuenta estos antecedentes, se llevó a cabo esta investigación con el fin de conocer el comportamiento productivo de cobayos, sustituyendo el forraje habitual por hidropónico, durante las etapas de crecimiento y engorde, planteándose los siguientes objetivos:

- Generar alternativas para la alimentación de cobayos durante la etapa de crecimiento y engorde, mediante la implementación de forraje hidropónico como suplemento alimenticio.
- Conocer el incremento de peso de los cuyes alimentados con FVH de Maíz (*Zea mays*), consumo de alimento y conversión alimenticia durante las fases de crecimiento y engorde, al incorporar forraje hidropónico en su alimentación.
- Realizar el análisis de rentabilidad de cada tratamiento.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DEL CUY

La nutrición consiste, en hacer una previa selección y combinación adecuada de los diferentes nutrientes de los que constan los alimentos, con el fin de obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional.

2.1.1. Fisiología Digestiva del Cobayo

Chauca (1997), define la fisiología digestiva del cuy como el estudio de los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes tanto orgánico como inorgánicos desde el ambiente externo a un medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a todas las células del organismo.

Fisiología va desde lo simple a lo más complejo, comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes con el subsecuente desplazamiento de los mismos a lo largo del tracto digestivo. Dentro de la ingestión involucra el acto de ingresar un alimento a la boca; mientras que la digestión, los alimentos ya son fragmentados en moléculas pequeñas con el objetivo de poder ser absorbidas a través de la membrana celular. Evento que se realiza por medio de la acción de ácidos, enzimas específicas y en algunos casos por acción microbiana.

Luego de la digestión de los alimentos, por medio de la absorción, las moléculas fragmentadas pasan por la membrana de las células intestinales a la sangre y a la linfa. Finalmente, la motilidad produce la contracción de los músculos lisos que forman parte de la pared del tracto intestinal. El cuy es una especie herbívora monogástrica, el cual posee un estomago que le permite iniciar su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración.

El cuy realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno. Según su anatomía gastrointestinal, dicho animal se lo ha clasificado como fermentador post-

gástrico por la cantidad de microorganismos que posee en el ciego. En el estómago se segrega el ácido clorhídrico, cuya función es disolver el alimento y convertirla en una solución denominada quimo, este ácido destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento y cumple el papel protector del organismo.

Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso, en donde no hay digestión enzimática; pero el ciego por tener muy desarrollado el ciego se da la digestión microbiana (Torres, 2013).

Tabla 1. Descripción Zoológica del cuy

Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Genero	Cavia
Especie	Porcellus

Fuente. FAO, 2013.

2.1.2. Alimentación con Forraje

Se basa en la alimentación del cobayo con forraje como única fuente, por lo que existe cierta dependencia a la disponibilidad de forraje, el mismo que está altamente influenciado por la estacionalidad en la producción. En este caso la fuente principal de nutrientes es el forraje; sin embargo, cabe recalcar que el forraje solo no cumple con todos los requerimientos del animal y no se logra el mayor rendimiento de estos.

El cuy consume el 30% de forraje verde de su peso vivo. Consumiendo prácticamente cualquier tipo de forraje. Lo recomendable sería proporcionar alfalfa a su alimentación, por su alto contenido proteico; sin embargo, al no disponerse en algunas épocas y zonas del país se pueden utilizar otros forrajes: Vicia, maíz forrajero, avena, cebada entre otros, incluso el aprovechamiento de desperdicios de cocina, cascaras de hortalizas y verduras (Ordóñez, 2011).

El forraje constituye la principal fuente de nutrientes, en especial de vitamina C, al evaluar el uso de forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, se obtiene con el 100% de FVHM

las mejores respuestas en el peso final y conversiones alimenticias más eficientes, así lo afirma (Miraba, 2015).

2.1.3. Alimentación Mixta

Suministro de forraje y concentrados, aunque en la práctica el uso de concentrados no es permanente, pero cuando se efectúa puede constituir hasta un 40% del total de toda la alimentación. Para la elaboración de concentrados es de vital importancia el uso de ingredientes de buena calidad, con una excelente inocuidad y que sean de bajo costo.

Los continuos incrementos de precios en las materias primas agrícolas para la fabricación de alimentos concentrados han ocasionado un aumento desproporcionado en este tipo de alimentos, haciéndose difícil mantener una producción animal, económicamente sostenible.

Chauca, L. (1995), se refiere a que la disponibilidad de forraje no es igual en las diferentes épocas del año, existen meses de mayor producción, así como meses en que el alimento verde es deficiente, debiéndose a diferentes factores como falta de agua, tornándose crítica la alimentación de los animales, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales como suplemento al forraje.

Con el uso de concentrados el uso de forrajes pierde importancia, ya que este exterioriza su bagaje genético, y mejora notablemente la producción, así lo han demostrado diferentes trabajos enfocados en la alimentación de cobayos.

2.1.4. Alimentación con Balanceado

El balanceado al ser un alimento que cumple con todos los requerimientos, se lo puede denominar un alimento completo.

Es un sistema que permite aprovechar los insumos con alto contenido de materia seca, siendo necesario el uso de vitamina C, en el agua o alimento, la vitamina C no es sintetizada por el cuerpo y es inestable es decir se descompone, por lo que se recomienda evitar su degradación, utilizando vitamina C protegida y estable.

No es recomendable utilizar solo balanceado permanentemente sino más bien en combinación con el forraje, siendo el forraje un buen portador de vitamina C (Ordoñez, 2011).

2.1.5. Alimentación de Cuyes a Base de Forraje Verde Hidropónico

El forraje verde hidropónico a diferencia de otros forrajes no es fumigado contra ninguna plaga. Haciéndolo libre de cualquier contaminación de productos tóxicos, y a su vez constituyéndose como una excelente alternativa para la producción de cuyes ecológicos para exportación.

Este sistema permite al productor proveer de pasto a sus animales en cualquier época del año, siempre y cuando se establezcan condiciones mínimas para ello. Es una manera precisa de generar pasto especialmente en periodos de escasez de forraje verde o en explotaciones grandes donde el forraje normal no abastece.

El forraje verde hidropónico es un alimento verde de alta palatabilidad, para cualquier animal y excelente valor nutritivo. El uso del mismo ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal (FAO, 2001).

2.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL COBAYO

Como en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: Agua, proteína, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolla la crianza.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18-22	13-17
Energía Digestible	kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1,4	1,4	0,8-1,0
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

Fuente. Requerimientos nutricionales obtenidos de nutrient Requirements of laboratory Animals, 1990.

Si se suministra los nutrientes en cantidades adecuadas o suficientes dentro de la dieta alimenticia de los cuyes, podrán desarrollarse y reproducirse con normalidad. Debido a que las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, en la etapa de lactancia las necesidades nutritivas aumentan por motivos de formación de los tejidos. Además, el consumo de carbohidratos, lípidos y proteínas proveen energía al cuy, de la cual necesitan cubrir 3000kcal/kg.

Zaldívar y Vargas (1969), afirman un mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejorara significativamente.

Tabla 3. Requerimiento nutricional del cobayo en la dieta diaria

Nutrientes	Concentración en la dieta	Nutrientes	Concentración en la dieta
Proteína, %	18.0	Fibra, %	10.0
Energía Digestible kcal/kg	3000.0	Ácido graso insaturado, %	≤1.0
Aminoácidos			
Arginina, %	1.2	Metionina, %	0.6
Histidina, %	0.35	Fenilalanina, %	1.08
Isoleucina, %	0.6	Treonina, %	0.6
Leucina, %	1.08	Triptófano, %	0.18
Lisina, %	0.84	Valina, %	0.84
Minerales			
Calcio, %	0.8-1.0	Cobre, mg/kg	6.0
Fosforo, %	0.4-0.7	Hierro, mg/kg	50.0
Magnesio, %	0.1-0.3	Yodo, mg/kg	1.0
Potasio, %	0.5-1.4	Selenio, mg/kg	0.1
Zinc, mg/kg	20.0	Cromo, mg/kg	0.6
Manganeso, mg/kg	40.0		
Vitaminas			
Vitamina A, UI/kg	1000.0	Niacina, mg/kg	10.0
Vitamina D, UI/kg	7.0	Piridoxina, mg/kg	3.0
Vitamina E, UI/kg	50.0	Ácido Pantoténico, mg/kg	20.0
Vitamina K, mg/kg	5.0	Biotina, mg/kg	0.3
Vitamina C, mg/kg	200.0	Ácido Fólico, mg/kg	4.0
Tiamina, mg/kg	2.0	Vitamina B12, mg/kg	10.0
Riboflavina, mg/kg	3.0	Colina g/kg	1.0

Fuente. Requerimientos nutricionales obtenidos de nutrient Requirements of laboratory Animals, 1990.

2.2.1. Crecimiento y Acabado del Cuy

Para el crecimiento y acabado del cuy se requiere tener en cuenta algunos aspectos como son:

2.2.2. Energía

Los carbohidratos aportan la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Aquellos alimentos que contienen azúcar y almidones son ricos en carbohidratos, del 70 al 90% del alimento está constituido por sustancias que se convierten en precursoras de la energía o en moléculas conservadoras de las mismas.

Se puede decir que el exceso de energía se almacena en forma de grasa. Los cuyes responden suficientemente al suministro de alta energía, a mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora.

Las gramíneas son ricas en azúcar y almidones de por sí, y se utiliza para la alimentación complementaria el maíz amarillo en algunas ocasiones. El consumo excesivo de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar al desempeño. Reproductivo (Chalán, 2016).

2.2.3. Proteína

El requerimiento proteico del cuy es el de los aminoácidos, algunos de estos son sintetizados en los tejidos del animal y son dispensables, otros aminoácidos no se sintetizan en absolutos y son esenciales.

Las raciones alimenticias deben estar basadas en que cada una cuente con una fuente de lisina, metionina y triptófano, en especial con lisina y triptófano, a los que se suma cistina que es capaz de sustituir hasta el 50% de metionina.

La importancia de las proteínas es que es el principal componente de la mayoría de los tejidos del animal para formarse, los tejidos requieren de un aporte proteico que el mismo que es de vital importancia en las fases de crecimiento y mantenimiento (Samaniego, 2016).

2.2.4. Fibra

La fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración conteniendo un material inerte y voluminoso, permitiendo que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra ya que a partir de esta acción se producen se producen ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos de energía de la especie (Ordoñez, 2011).

2.2.5. Agua

El agua es el principal componente del cuerpo; indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. Las fuentes de agua para los animales son:

El agua asociada con el alimento (Forraje fresco) que no es suficiente, y el agua ofrecida para bebida. Por esta razón se debe proporcionar agua de bebida a lo cuyes, especialmente si se dispone de poco forraje o si el mismo se encuentra en un estado muy maduro o seco.

Los animales necesitan 80 cc de agua en la etapa de crecimiento y se les debe dar en recipientes de plástico los que deben ser lavados diariamente para evitar contaminación.

Los cuyes de recría requieren entre 50 y 100 ml de agua por día pudiendo incrementarse hasta más de 250 ml si no recibe forraje verde y el clima supera temperaturas de 30 o C. Bajo estas condiciones los cuyes que tienen acceso al agua de bebida se ven más vigorosos que aquellos que no tienen acceso al agua.

La utilización de agua de bebida en la alimentación de cuyes en recría, no ha mostrado diferencias que favorezcan su uso en cuanto a crecimiento, pero si mejoran su conversión alimenticia.

La alimentación con pastos succulentos de estos herbívoros satisface sus necesidades hídricas. Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal son los que determinan su consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones (Chávez, 2013).

2.2.6. Minerales

Los minerales representan del 3 a 4,5 % del peso del cuerpo y se encuentran en todos los órganos y tejidos, principalmente en el esqueleto. La función que cumplen es de sintetizar numerosas sustancias orgánicas, son activadores enzimáticos y reguladores de funciones vitales como la actividad nerviosa. La deficiencia se manifiesta en raquitismo, osteomalacia y fiebre de leche (Sandoval, 2013).

2.3. FORRAJE VERDE HIDROPONICO

2.3.1. Definición

El FVH es un forraje vivo que se lo utiliza para la alimentación de los animales de engorde para cualquier fin productivo. Es un cultivo que se produce en invernadero sin la necesidad del suelo, que permite en cierta forma el control de agua y de todos los elementos del microclima para poder producirlo, es necesario recalcar que se lo puede producir aun en condiciones adversas de clima. Puede sustituir por completo o en gran parte de alimento procesado para animales y siendo más económico para producirlo.

La producción de forraje está comprendida dentro de un concepto nuevo, el mismo que no requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento (Tubón, 2013).

El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como la cebada, trigo, avena y maíz. El cual se desarrolla en un periodo de 10 a 12 días, captando la energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva (Gómez, 2007).

2.3.2. Infraestructura

Las unidades procesadoras pueden incluir infraestructura y equipos de alto costo inicial que permite un área de alta producción con mecanismos y equipos automáticos para siembra, irrigación, fertilización y cosecha. Sin embargo, en otras partes del mundo considerando las condiciones técnicas para producir forrajes bajo este método, se han adaptado a otro tipo de infraestructura y

equipos de bajo costo que permitan cumplir con el objetivo de producción (Ordoñez, 2011).

2.3.3. Invernadero

El cultivo de forraje verde hidropónico se realiza en ambientes cerrados tipo invernadero, lo que hace que el forraje crezca independientemente de las condiciones climáticas que ocurren en el exterior. La altura total del invernadero es de 4.80 m, forrado con malla al 50 % y nailon de 2 temporadas, con ventanas a los costados, para que permita una ventilación adecuada del invernadero, así como protección en la época lluvia (Acaro, 2010).

2.3.4. Módulo de Germinación

La producción de forraje hidropónico se realiza a través de módulos de germinación y producción. El módulo de germinación está cubierto de un nylon de color negro, el cual permite el desarrollo rápido del forraje, tiene una altura de 2.20 m, por 0,85 m, de ancho y 12 pisos con una pendiente de 13 cm y 17 cm. Las bandejas permanecen por espacio de 4 días, al término de los cuales el tamaño del forraje es de 6-8 cm de altura.

2.3.5. Módulo de Producción

Según Palomino (2008), afirma que en el módulo de producción termina el crecimiento del forraje. En este lugar permanece por un período de 10-14 días, con un tamaño de 25-30 cm. Los módulos de producción tienen una altura de 2.20 m, por 0.85 m de ancho y seis pisos con una pendiente de 36 cm y 30 cm.

2.3.6. Requerimientos

Un invernadero que cubra con las dimensiones que cubran los espacios necesarios, disponer de luz tanto natural como artificial. Lugar o bodega cubierta o cobertizo.

2.3.7. Proceso de Producción de Forraje Hidropónico

2.3.7.1. Bandejas

El forraje verde hidropónico se lo siembra en bandejas plásticas colocadas en sistemas modulares, cada bandeja de 60 x 40 cm se coloca 1,25 kilos de semilla de maíz y al cabo de dos semanas se convertirá en biomasa forrajera.

2.3.7.2. Selección de semilla

Se selecciona semillas libres de impurezas certificadas, no se debe utilizar semillas tratadas con fungicidas o perseverantes, la humedad de la semilla debe ser del 12% y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica.

La elección del grano depende de la disponibilidad local o del precio que se logren adquirir. La producción de forraje verde hidropónico utilizando semillas de alfalfa no es tan eficiente como los granos de gramíneas debido a que su manejo es muy delicado y los volúmenes de producción obtenidos son similares a la producción convencional de forraje.

2.3.7.3. Lavado y desinfección de semilla

Se deben lavar las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, a un tiempo de tres minutos no más de ese tiempo. Siempre se debe enjuagar las semillas con agua para bien limpia para que las semillas queden aptas para la siembra.

2.3.7.4. Germinación

Son los cambios que experimenta la semilla, donde el embrión rompe la cutícula de la semilla, y emerge la radícula. Es el proceso de hidratación de la semilla para la pre-germinación antes de su siembra.

Durante la germinación el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado por completo, el agua hace que la semilla se hinche y el oxígeno absorbido

proporciona a la semilla energía necesaria para iniciar su crecimiento (Casa, 2008).

2.3.7.5. Riego

Se puede instalar un sistema de riego automatizado por aspersión para pastos hidropónicos, pero en caso de contarse con estos recursos se puede trabajar normalmente con un pulverizador manual.

Hay varias formas de regar, goteo, aspersión, nebulización, microtubo; la forma más eficaz es el riego por nebulización o goteo en el módulo de germinación y por manguera de microtubo en el módulo de producción.

El riego de las bandejas de crecimiento debe realizarse solo a través de microaspersores, nebulizadores y hasta con una sencilla pulverizadora o mochila de mano.

El riego por inundación no es recomendado, dado que causa generalmente excesos de agua, que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo.

El volumen de agua de riego está de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de forraje. Un indicador práctico, que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentren levemente húmedas, al igual que su respectiva masa radicular (Acaro, 2010).

2.3.7.6. Cosecha

Cuando el pasto hidropónico haya alcanzado una altura aproximada de 20 a 25 cm está listo para la cosecha, pero es conveniente antes de proporcionarles a los animales deshidratarlo para evitar problemas digestivos.

2.3.8. Ventajas del Forraje Verde Hidropónico

- Menor costo de producción y eficiencia en el uso de espacio
- Eficiencia en el tiempo de producción
- Calidad del forraje
- Inocuidad (INIA, 2014).

2.4. EL FORRAJE VERDE HIDROPONICO EN LA ALIMENTACION ANIMAL.

El forraje verde hidropónico es el resultado de utilizar el poder germinativo de los granos, en el cual se liberan todos los nutrientes del grano para permitir que la planta crezca, al estar todos los nutrientes liberados estos están inmediatamente disponibles y digeribles, para que los animales lo consuman.

2.4.1. El Forraje Verde Hidropónico en la Alimentación del Cuy

Con el uso del 100% uso de forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, se obtienen las mejores respuestas en el peso final, ganancia de peso y conversiones alimenticias.

Este forraje a diferencia de muchos otros forrajes es libre de fungicidas, lo que le caracteriza al mismo como inocuo, y constituye un requisito para la obtención de cuyes ecológicos para exportación (Gómez, 2007).

Chávez (2001), comenta que el cuy es un animal monogástrico herbívoro, que al igual que el caballo presenta fermentación microbiana a nivel del ciego, y de igual forma no tiene capacidad de procesar grandes cantidades de forrajes. A diferencia del vacuno, el cuy no requiere de altos niveles de fibra en su ración, por lo tanto; es posible una alimentación exclusiva a base de granos (concentrados), estableciéndose así tres sistemas de alimentación:

Alimentación exclusiva con forraje: Esta es la de menor costo, pero se ha demostrado que, con éste, no se logra cubrir los requerimientos nutritivos del cuy.

Alimentación mixta: Este sistema logra buenos parámetros productivos, similares al de alimentación exclusiva de concentrados, pero a menor costo, ya que no requiere la adición de vitamina C.

Alimentación exclusiva con concentrados: Este sistema requiere la adición de agua, además de vitamina C, lo que lo convierte en el sistema de mayor costo.

Como se ha mencionado, la alimentación mixta constituye un sistema equilibrado: cubre los requerimientos nutritivos del cuy; por lo tanto, se

recomienda un suministro de 200 g. de FVH y 40 g. de concentrado al día, para reproductores; mientras que, para animales en engorde, se recomienda consumos de 130 g. de FVH suministrado diariamente para esta etapa.

2.4.2. Dosis (FVH) Recomendada para Diferentes Especies

En algunas investigaciones realizadas se determina las cantidades de forraje verde hidropónico que las diferentes especies admiten para lograr mejores resultados.

Tabla 4. Dosis de alimentación según la especie animal

ESPECIE ANIMAL	Dosis de (FVH)/kg /100 kg de peso
Vacas lecheras	1-2
Vacas secas	0,5
Vacunos de carne	0.5
Cerdos	2
Aves	25kg de FVH) /100kg
Caballos	1
Ovejas	1-2
Cuyes	0,5-1

Fuente. FAO, 2013.

2.4.3. Maíz Forrajero

El maíz es originario de una parte restringida de México. Y los tipos desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América.

2.4.3.1. El maíz en la hidroponía

Uno de los principales cultivos hidropónicos utilizados, es el maíz cuyo grano contiene reservas de nutrientes suficientes para sostener el desarrollo de la plántula hasta los siete días, cuando alcanza su crecimiento óptimo para ser utilizada como forraje en la alimentación de los animales.

2.4.3.2. Semillas de maíz a utilizar

Se requiere que la semilla de maíz a utilizar este recién cosechada, sana y haya recibido condiciones óptimas de secado y almacenamiento inicial, posea únicamente granos enteros y no contenga residuos de plaguicidas, esto garantizara un alto porcentaje de germinación, lo que es indispensable, puesto que los granos que no germinan inician rápidamente su pudrición, estimulando la colonización, por bacterias y hongos, de las plántulas sanas y bien desarrolladas.

Tabla 5. Composición nutritiva del germinado de maíz

COMPOSICION	CANTIDAD
Humedad	75,05%
Materia seca	18-19%
Cenizas	2,71%
Proteína	13,47%
Grasa	5%
Fibra	9%

Fuente. FAO, 2012.

2.5. TRABAJOS RELACIONADOS

Acaro V (2010). En su trabajo denominado: evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos, en el barrio taxiche de la parroquia Malacatos. Determina lo siguiente:

El mayor consumo de alimento se registró en el tratamiento dos (25% FVH); con 12,2 kg, seguido del grupo testigo con 11,1 kg, luego se ubicó el tratamiento tres (50 % FVH); con 10,8 kg y finalmente el tratamiento cuatro (75 % FVH) con 10,7 kg en promedio por animal durante todo el experimento.

El mayor peso final se logró en el tratamiento dos (25 % FVH); con 1133 g, seguido del grupo Testigo con 921 g, a continuación, se ubicó el tratamiento tres (50 % FVH); con 878 g, para dejar en el último lugar al tratamiento cuatro (75 % FVH); con 750 g. en promedio por animal

La mejor conversión alimenticia se registró en el tratamiento dos (25% FVH); con 14,0; seguida del tratamiento uno (testigo) con 17,3; luego el tratamiento tres (50% FVH); con 18,5 y finalmente el tratamiento cuatro (75% FVH); con 37,7.

La mortalidad más alta se presentó en el tratamiento cuatro (75% FVH), con el 40 %, mientras que el tratamiento tres (50% FVH); registró el menor porcentaje de mortalidad con el 20%. En el grupo testigo no hubo mortalidad.

La mayor rentabilidad se obtuvo en grupo testigo que consumió únicamente pasto cariamanga con 11,1 %, debido a que no tubo mortalidad y además el precio del pasto cariamanga es menor; mientras que el tratamiento cuatro (75 % FVH) registró una rentabilidad negativa de -38,8 %, debido a la alta mortalidad

El análisis bromatológico determinó que el forraje hidropónico de maíz cumple con los requerimientos nutricionales de los cobayos en la etapa de engorde, ya que contiene un 13% de proteína y 9,78% de fibra.

La socialización de los resultados obtenidos se realizó a 10 productores del sector entre hombres, mujeres y niños. Este evento permitió el mejoramiento de sus conocimientos y la aplicación de estas alternativas tecnológicas en la crianza de cobayos.

El tratamiento dos, que consistió en la suplementación alimenticia con el 25% de forraje hidropónico de maíz, fue el que generó mejores resultados en cuanto a consumo de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia; debido a su grado de aceptación, palatabilidad y aporte óptimo de nutrientes en la fase de engorde de los cobayos, por lo que esta tecnología debe ser considerada en el futuro.

Ordoñez M (2011). En su trabajo titulado: Evaluación de forraje hidropónico de avena y maíz en la alimentación de cobayos en la parroquia Vilcabamba del cantón de Loja” Obtiene los siguientes resultados:

- El mayor rendimiento promedio le corresponde al hidropónico de avena con 4,79 kg de F V H. por Kg de semilla sembrada. Mientras que el maíz tiene un rendimiento menor, el cual es de 3,64 Kg por Kg de semilla.
- El análisis bromatológico de las muestras tal como se ofreció del F V H. muestran superioridad en la variedad de maíz respecto a la materia seca 27,76%, extracto etéreo 1,78%; proteína cruda 2,95% y extracto libre de nitrógeno 20,46%; mientras que la avena obtuvo mejores resultados para el contenido de cenizas 0,64 % y fibra cruda 4,89%.
- El análisis bromatológico en base seca revela al hidropónico de avena con porcentajes mayores en contenidos de ceniza 3,70%; extracto etéreo 6,71%; proteína cruda 13,42 % y fibra cruda de 4,89%; mientras que el maíz solo lo supera en contenido de extracto libre de Nitrógeno con 73,70%
- El mayor consumo de forraje verde hidropónico se registró en el tratamiento seis que corresponde al 60% de F V H. de avena, con 10473g durante todo el experimento lo que equivale a un consumo diario de 116,37g; mientras tanto que el de menor consumo fue el tratamiento cuatro que corresponde al 20% de avena hidropónica con un consumo total de 3255g, es decir 36,17g por día.
- El consumo de chilena fue mayor en el tratamiento cuatro que corresponde al 20% de avena hidropónica, con un total de 14 220g durante toda la investigación, con un promedio de 158g por día y, en menor cantidad el tratamiento tres que corresponde al 60 % de maíz hidropónico con 6106g en total de chilena y 67,84g por día.
- En el incremento de peso diario, el que mejor resultado obtuvo, es el tratamiento dos del 40% de maíz hidropónico, con 14,7g y, el de menor incremento es el tratamiento tres con 60% de maíz hidropónica, con 8,4g por día.
- La mejor conversión alimenticia en cuanto al forraje hidropónico se obtuvo en el tratamiento uno que corresponde al 20% de maíz hidropónico con 3,3g; mientras que en el tratamiento tres del 60% del hidropónico de maíz solo se consumió 13,8 g para convertir 1 g de peso vivo.

- En el forraje de chilena se identificó como mejor conversión alimenticia, al grupo del tratamiento seis que corresponde al 60% de hidropónico de avena, con 6,0g; mientras que el grupo con menor conversión alimenticia es el tratamiento cuatro del 20% de avena hidropónico con 15,5g de chilena para convertir un gramo de peso vivo.
- La conversión alimenticia total con mejores resultados se muestra en el tratamiento dos que corresponde al suplemento del 40 % de F V H. de maíz ya que necesito 5,1g de forraje hidropónico y 7,4g de chilena para convertir un gramo de peso vivo, al contrario del tratamiento tres del 60% de hidropónico de maíz el cual necesito de 13,8g de forraje hidropónico más 8,1g de chilena, para convertir un gramo de peso vivo
- La mortalidad con mayor incidencia se presentó en el tratamiento tres del 60% de maíz hidropónico con un 40% y en menor porcentaje en los tratamientos uno y cuatro del 20% de F V H. con un 10% de mortalidad en cada uno.
- La mejor rentabilidad se ve reflejada en el tratamiento dos que corresponde al 40% de hidropónico de maíz con 45,43 % y el de menor rentabilidad es el tratamiento seis del 60% de hidropónico de avena con un valor negativo de – 34,95%

Samaniego M (2016). En su trabajo de investigación titulado: 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, concluye lo siguiente:

- Se determinó que el mayor peso final lo alcanzaron los cuyes alimentados con el 30% de FVHM (0,68 kg), el mayor consumo de forraje hidropónico (17,35 kg), mayor consumo total de alimento (16,49 kg), ganancia de peso (0,38 kg), en la etapa de crecimiento engorde de los cuyes.
- Los mejores índices de conversión alimenticia se registraron al proporcionar dietas con mayores niveles de forraje verde hidropónico (30%), con resultados de 3,44 es decir que se requiere de menor cantidad de alimento para transformarlo en kilogramos de carne que se transforma en mayor ganancia para el productor de cuyes.

- El mayor peso a la canal fue registrado en el lote de cuyes del tratamiento T3, ya que los resultados fueron de 503 gramos, por lo que se obtiene un costo por kilogramo de alimento de 2,18 dólares que es alentador sobre todo porque el FVHM, tiene una alta digestibilidad y calidades nutricionales, excepcionalmente lo que lo hacen apto para la alimentación animal especialmente de los cuyes en crecimiento engorde.
- El análisis bromatológico del forraje verde estableció la mayor cantidad de proteína (17,62%), y fibra (18,37%), y humedad (91,66%), al utilizar una dieta con 20% de FVHM, en los cuyes.
- El mayor beneficio costo fue determinado en los cuyes del tratamiento con 30% de FVHM, ya que se espera una utilidad de 28% (1,28), que resulta alentadora sobre todo al compararlos con otras actividades pecuarias que requieren un mayor costo inicial y sobre todo una infraestructura más compleja.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materiales de Campo

- Galpón
- Jaula de madera con malla
- 60 cuyes de 21 días de edad
- Invernadero
- Semilla de maíz
- Solución nutritiva
- Focos
- Cortinas
- Balanza
- Comederos
- Bebederos
- Recipientes plásticos
- Bandejas plásticas
- Libreta de campo
- Bolígrafos
- Cámara fotográfica
- Hojas de registro
- Herramientas de limpieza
- Desinfectantes
- Desparasitante externo e interno

3.1.2. Materiales de Oficina

- Computadora
- Hojas de papel
- Internet
- Flas Memory

- Libreta
- Impresora

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Quinta Experimental Punzara, cuyas características meteorológicas son:

3.2.2. Ubicación Política

La Quinta Experimental Punzara se encuentra ubicada al sur oeste de la ciudad de Loja en los predios de la Universidad Nacional de Loja, al margen derecho de la avenida Reinaldo Espinoza.

3.2.3. Ubicación Geográfica

Altitud: 2.100 m.s.n.m.

Temperatura media: 15.5 °C

Precipitación: 900mm³

Humedad relativa: 75%

Textura del suelo: Franco (Estación Meteorológica “La Argelia”, 2011).

3.2.4. Descripción y Adecuación de Instalaciones

Para la crianza de los cuyes se utilizó el galpón número dos, ubicado en la Quinta Experimental Punzara, el mismo que consta de piso de cemento con total cerramiento, paredes de ladrillo, techo de zinc y puertas metálicas.

De la misma forma se elaboró jaulas de madera con tres compartimentos, cada compartimento separado con malla para cada grupo experimental.

Antes de realizar la evaluación se hizo la desinfección del lugar, con el fin de garantizar las condiciones adecuadas para los animales.

Para la producción de forraje se utilizó el invernadero de forrajes de la Quinta experimental Punzara, está revestido de plástico de polietileno con dimensiones

de 1,5 m de largo, 1 m de ancho y 1,75 m de alto, con cuatro pisos para la ubicación de las bandejas.

3.2.5. Descripción de las Unidades Experimentales

Se evaluaron tres tratamientos, cada tratamiento con 20 cobayos en cada compartimiento, evaluados por el lapso de 10 semanas, tomando a cada semana como una repetición. Para la evaluación se contó con 60 cobayos machos de las líneas Perú, Inti y Andina, con un destete de 21 días y un peso promedio de 240 gramos.

3.2.6. Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales

Se conformaron tres grupos experimentales mediante sorteo, con 20 cobayos cada grupo mezclados entre líneas, luego se sortearon los tratamientos y se identificaron de acuerdo con su respectivo tratamiento.

3.2.7. Producción de Forraje Verde Hidropónico

3.2.7.1. Selección de las semillas

Se adquirió las semillas de maíz amarillo en una tienda agropecuaria de la ciudad de Loja.

Se hizo una selección manual de las semillas eliminando todas las que estén en mal estado (semillas partidas) y cuerpos extraños.

3.2.7.2. Prelavado

En los recipientes plásticos se colocó las semillas ya seleccionadas y se eliminaron todas las que flotaban en el agua.

3.2.7.3. Lavado

Las semillas se lavaron y se desinfectaron con cal apagada, dejándolas remojar en esta por un lapso de 30 minutos a una hora, luego se enjuagaron con abundante agua.

3.2.7.4. Remojo

Se sumergieron las semillas en agua por un periodo de 24 horas, se hizo recambio de agua que se veía turbia.

3.2.7.5. Oreo

Las semillas fueron colocadas en costales limpios extendidos para orearlas por el tiempo de dos horas, transcurrido ese tiempo se vuelven a hidratar por el mismo periodo de 24 horas.

3.2.7.6. Traslado

Se colocan las semillas en las bandejas tratando de formar una capa uniforme de 1,5 cm de espesor. Se las ubica en el módulo de germinación.

3.2.7.7. Germinación

Para lograr una buena germinación las bandejas fueron cubiertas con plástico negro, y se colocaron en un invernadero donde se mantuvo a baja temperatura, buena ventilación, oscuridad y con ayuda de una manguera de riego se suministró agua 8 veces al día, evitando que se movieran las semillas.

3.2.7.8. Producción

Una vez pasada la fase de germinación, se retiró el plástico negro, y se iniciaron los riegos espaciados cada tres horas por 30 segundos, al comienzo de la aparición de hojas empieza la etapa de fertirrigación a partir del tercer a cuarto día, utilizando una combinación de soluciones nutritivas (5ml de solución A y 2,5 de solución B por litro de agua) esto se mantuvo hasta el 8vo día y nuevamente empieza el riego solo a base de agua. A partir de ese tiempo, a las bandejas se provee de luz, temperatura adecuada, buena ventilación y cuidados sanitarios para su normal crecimiento.

3.2.7.9. Cosecha

Se realizó a los 25 cm de altura.

3.2.8. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron tres tratamientos los cuales se describen a continuación.

Tratamiento 1. Grupo de 20 cobayos machos a los cuales no se les suministró forraje verde hidropónico de maíz, la alimentación fue a base de forraje habitual, más el 10% balanceado comercial.

Tratamiento 2. Grupo de 20 cobayos machos a los cuales se les suministró el 60 % de forraje habitual, 30 % de forraje verde hidropónico de maíz, más el 10% balanceado comercial.

Tratamiento 3. Grupo de 20 cobayos machos a los cuales se les suministró el 20 % de forraje habitual, 70 % de forraje verde hidropónico de maíz y más el 10% balanceado comercial.

Tabla 6. Detalle de los tratamientos evaluados en la investigación

T1	90% de Forraje habitual (Kikuyo) + el 10% de balanceado comercial. Tratamiento testigo.
T2	30% FVH + 60% Forraje habitual + 10% de balanceado comercial.
T3	70% FVH + 20% Forraje habitual + 10% de balanceado comercial.

La autora, (2019).

3.2.9. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó el diseño de bloques al azar (DBA) con tres tratamientos y 10 repeticiones, tomando a cada semana como una repetición.

3.2.10. Variables en Estudio

Las variables en estudio son:

- Consumo de alimento
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Rentabilidad

3.2.11. Toma y Registro de Datos

Se tomó los datos llevando un registro adecuado para el mismo.

3.2.11.1. Consumo de alimento

El forraje hidropónico de maíz, forraje kikuyo y balanceado fueron pesados diariamente, antes de suministrar a los cobayos, y al día siguiente, se pesó el alimento restante de cada tratamiento. Para determinar el consumo se utilizó la siguiente fórmula.

$$Ca = AP - AS$$

Dónde:

Ca= consumo de alimento

AP= alimento proporcionado

AS= alimento sobrante

3.2.11.2. Incremento de peso

Se tomó al inicio del experimento y luego semanalmente, se anotó el peso considerando hacerlo el mismo día y hora, el incremento se calculó con la siguiente fórmula:

$$\Delta P = PF - PI$$

Dónde:

ΔP = incremento de peso

PF = peso final

PI = peso inicial

3.2.11.3. Conversión alimenticia

Se calculó dividiendo el consumo de alimento para el incremento de peso promedio semanal. Se utilizó la siguiente fórmula:

CA =Consumo de Alimento / Δ P

Dónde:

CA = conversión alimenticia

C = consumo de alimento

Δ P = incremento de peso

3.2.11.4. Rentabilidad

Para la rentabilidad se consideró los costos y los ingresos generados en la investigación. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \text{IN} / \text{C T} \times 100$$

Donde:

R = rentabilidad

IN = ingreso neto

CT = Costo total

4. RESULTADOS

4.1. CONSUMO DE ALIMENTO

Los resultados obtenidos durante la investigación se presentan en las siguientes tablas y figuras. Todos los resultados están ajustados a materia seca (M.S: Kikuyo 82%, Pasto Hidropónico de Maíz 82% y Balanceado 87%)

Tabla 7. Consumo de pasto habitual promedio semanal en base a materia seca (g).

SEMANA	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
1	96,33	72,52	23,91
2	119,83	91,34	30,62
3	143,64	111,93	38,22
4	173,31	135,95	45,32
5	200,34	155,74	52,54
6	227,75	178,92	59,47
7	253,54	201,60	66,11
8	281,70	224,91	72,37
9	303,82	249,17	79,55
10	342,47	275,56	86,14
TOTAL	2142,73	1697,64	554,24
Prom/semana	214,27	169,76	55,42
Prom/día	30,61	24,25	7,92

Fuente. La Autora (2019).

Como se puede apreciar en la tabla anterior el mayor consumo de pasto habitual en base a materia seca, se registró en el tratamiento uno correspondiente al tratamiento testigo(90% P.H-10%B) con un total de 214,27 g por semana y 30,61 g diarios; seguido del tratamiento dos (60% de P.H-el 30% de F.V.H-10%B) con un total de 169,76 g por semana y 24,25 g diarios; y finalmente el tratamiento tres (20% P.H-70%F.V.H-10%B) con un total de 55,42 g por semana y 7,92 g diarios.

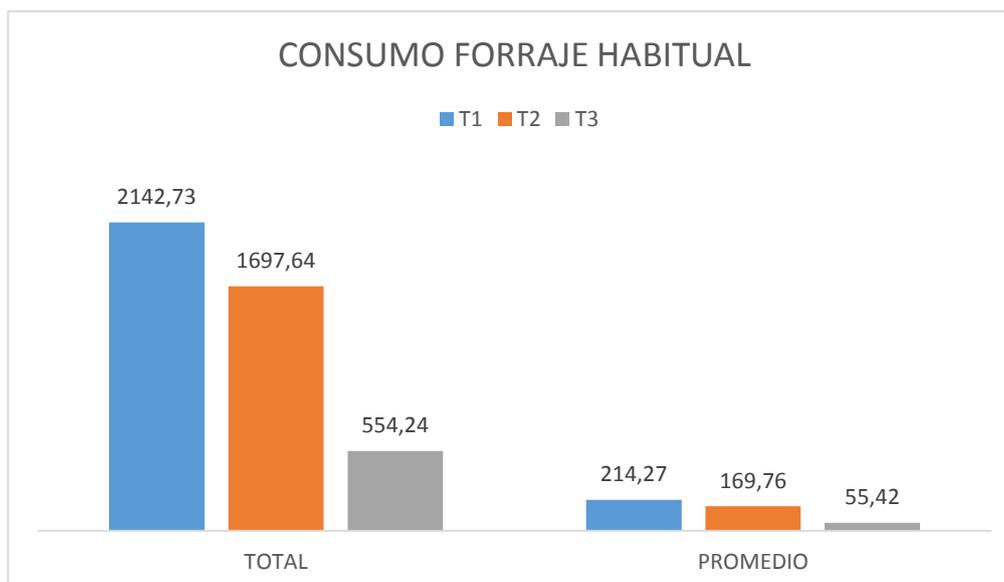


Figura 1. Consumo de pasto habitual (kikuyo) en base a materia seca en los tres tratamientos.

Al igual que con el pasto habitual se registró el consumo diario de forraje verde hidropónico de cada tratamiento, los resultados se detallan en la siguiente tabla y figura.

Tabla 8. Consumo de Forraje Hidropónico promedio semanal en base a la materia seca.

SEMANA	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
1	0	36,26	83,68
2	0	45,67	107,16
3	0	55,96	133,77
4	0	67,98	158,61
5	0	77,87	183,90
6	0	89,46	208,15
7	0	100,80	231,38
8	0	112,46	253,28
9	0	124,58	278,42
10	0	137,78	301,50
TOTAL	0	848,82	1939,85
Prom/semana	0	84,88	193,98
Prom/día	0,00	12,13	27,71

Fuente. La Autora (2019).

En cuanto al consumo de forraje verde hidropónico, fue mayor en el tratamiento tres (20% P.H-70%F.V.H-10%B) con un total de 193,98 g por semana y 27,71 g diarios; seguido del tratamiento dos (60% P.H y 30% F.V.H-10%B) con un total de 84,88 g por semana y 12,13 g diarios.

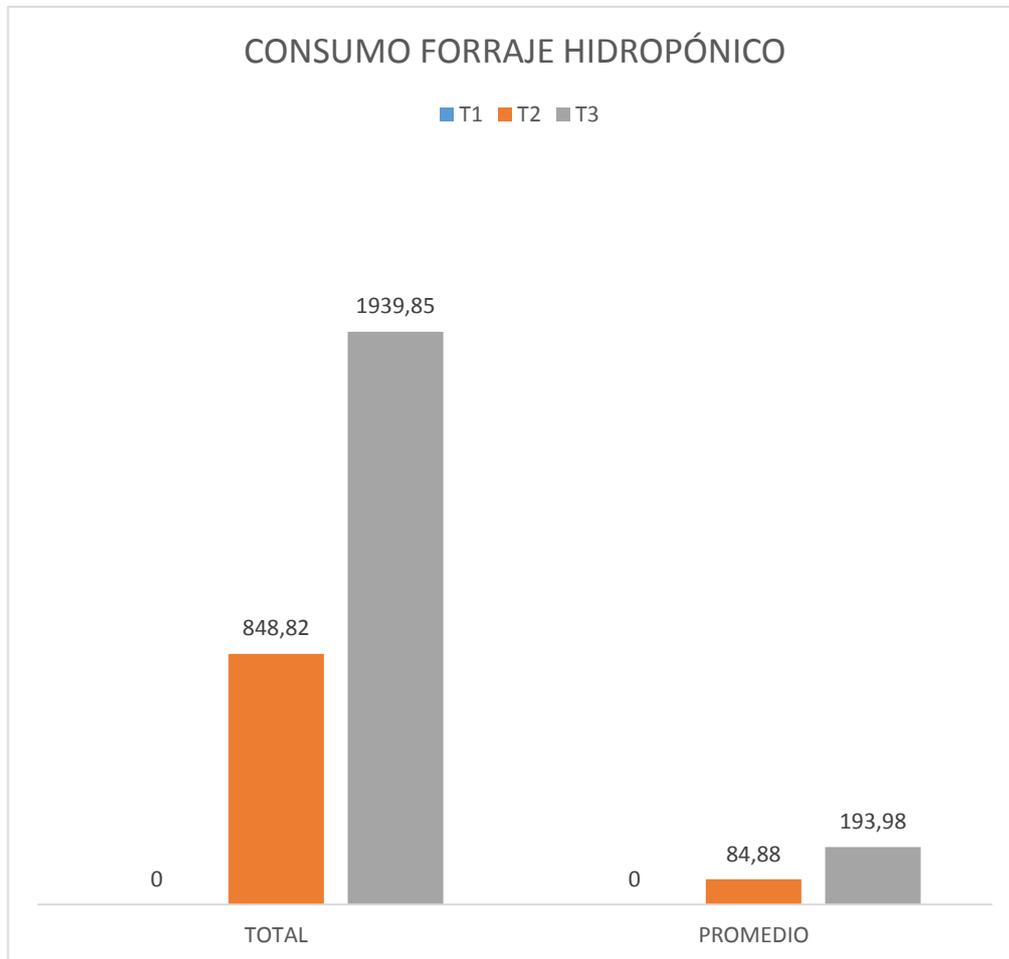


Figura 2. Consumo de forraje hidropónico en base a materia seca en los tratamientos dos y tres.

En la siguiente tabla y figura se detalla el consumo de balanceado en los tres tratamientos

Tabla 9. Consumo de balanceado comercial promedio semanal en base a materia seca.

SEMANA	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
1	51,73	58,42	57,78
2	64,35	73,58	73,99
3	77,14	90,16	92,37
4	93,08	109,52	109,52
5	107,59	125,45	126,98
6	122,31	144,13	143,72
7	136,16	162,40	159,76
8	151,29	181,18	174,88
9	163,16	200,72	192,24
10	183,92	221,98	208,18
TOTAL	1150,72	1367,54	1339,42
Prom/semana	115,07	136,75	133,94
Prom/día	16,44	19,54	19,13

Fuente. La Autora (2019)

En la tabla anterior se muestra que el mayor consumo de balanceado lo obtuvo el tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10% balanceado) con un total de 136,75 g por semana y 19,54 g diarios; seguido del tratamiento tres (20% P.H-70% F.V.H-10%B) con un total de 133,94 g y 19,13 g diarios; finalmente el tratamiento uno (90% P.H-10% balanceado) con un total de 115,07 g por semana y 16,44 g diarios .

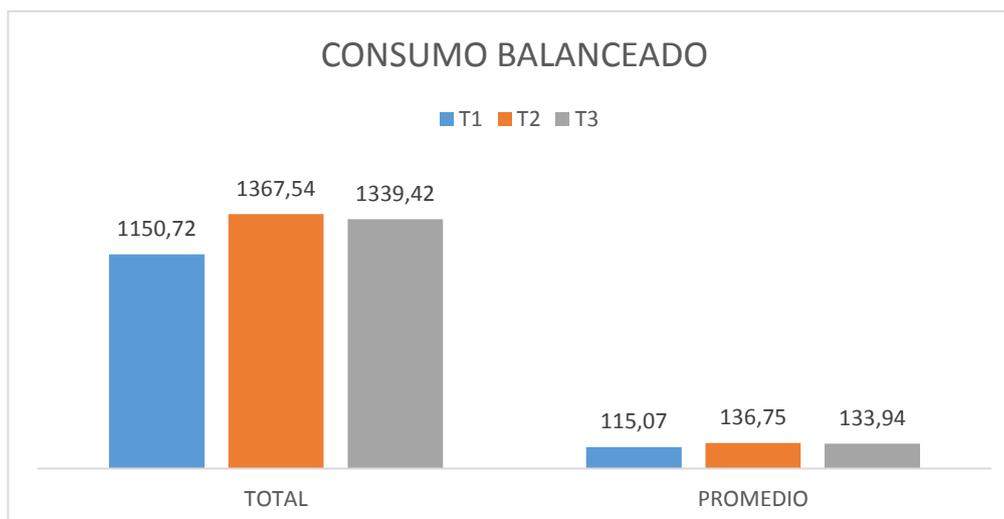


Figura 3. Consumo de balanceado en los tres tratamientos

El consumo total de alimento durante el experimento se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 10. Consumo Total de alimento Pasto habitual + forraje verde Hidropónico + balanceado comercial promedio semanal en base a materia seca (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
1	148,06	167,20	165,37
2	184,18	210,60	211,77
3	220,78	258,05	264,36
4	266,39	313,45	313,45
5	307,93	359,06	363,42
6	350,05	412,51	411,35
7	389,71	464,80	457,25
8	432,99	518,54	500,53
9	466,98	574,46	550,21
10	526,39	635,32	595,82
TOTAL	3293,45	3913,99	3833,51
Prom/semana	329,35	391,40	383,35
Prom/día	47,05	55,91	54,76

Fuente. La Autora (2019).

La presente tabla muestra que el mayor consumo lo alcanzó el tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10%B) con un total de 391,40g por semana lo que

equivale a 55,91 g diarios; le sigue el tratamiento tres (20% P.H-70%F.V.H-10%B) con un total de 383,35 g por semana lo que equivale a 54,76 g diarios; y finalmente el tratamiento uno (90% P.H-10% B) con un total de 329,35 g por semana, equivalente a 47,05 g diarios. En el análisis de varianza el tratamiento uno presenta diferencia significativa ($p \leq 0.05$) ante los tratamientos dos y tres, y los tratamientos dos y tres no presentan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

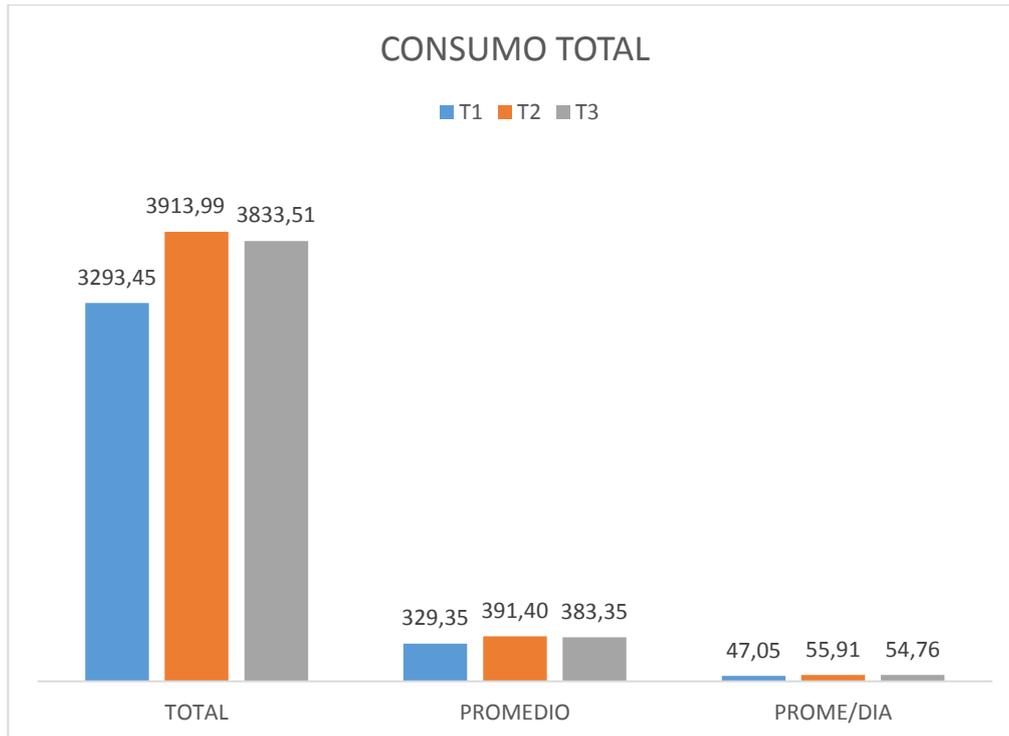


Figura 4. Consumo total de alimentos en los tratamientos uno, dos y tres.

4.2. INCREMENTO DE PESO

4.2.1. Peso promedio semanal

De los registros de peso de todos los animales de cada tratamiento se obtuvieron los pesos promedios semanales, desde la primera semana hasta la décima semana, resultados que se exponen en la siguiente tabla y figura.

Tabla 11. Peso promedio semanal en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado (g).

SEMANAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
P. I	226,25	252,50	241,75
1	283,16	319,75	316,25
2	352,22	402,75	405,00
3	422,22	493,50	505,56
4	509,44	599,44	599,44
5	588,89	686,67	695,00
6	669,44	788,89	786,67
7	745,28	888,89	874,44
8	828,06	991,67	957,22
9	893,06	1098,61	1052,22
10	1006,67	1215,00	1139,44
Inc. Peso	780,42	962,50	897,69
GMD	11,15	13,75	12,82

Fuente. La Autora (2019).

Al inicio del experimento los cobayos empezaron con un peso promedio de 240 g, al finalizar el experimento se obtuvo que el tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10% B) logró mejores resultados en cuanto a incremento de peso con 962,50 g y una ganancia media diaria de 13,75 g; seguido del tratamiento tres (20% P.H-70%F.V.H-10% B) con 897,69 g y una ganancia media diaria de 12,82 g; finalmente el tratamiento uno (90% P.H-10% B) con 780,42 g y una ganancia media diaria de 11,15 g; en el análisis de varianza el tratamiento uno presenta diferencia significativa ($p \leq 0.05$) ante los tratamientos dos y tres; mientras que los tratamientos dos y tres no presentan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

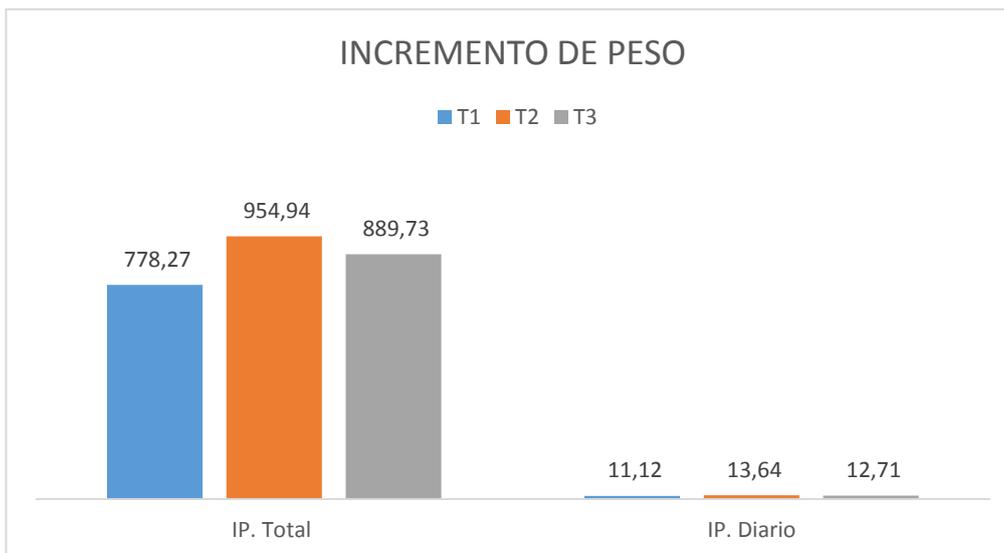


Figura 5. Incremento de peso promedio total e incremento de peso promedio día (g).

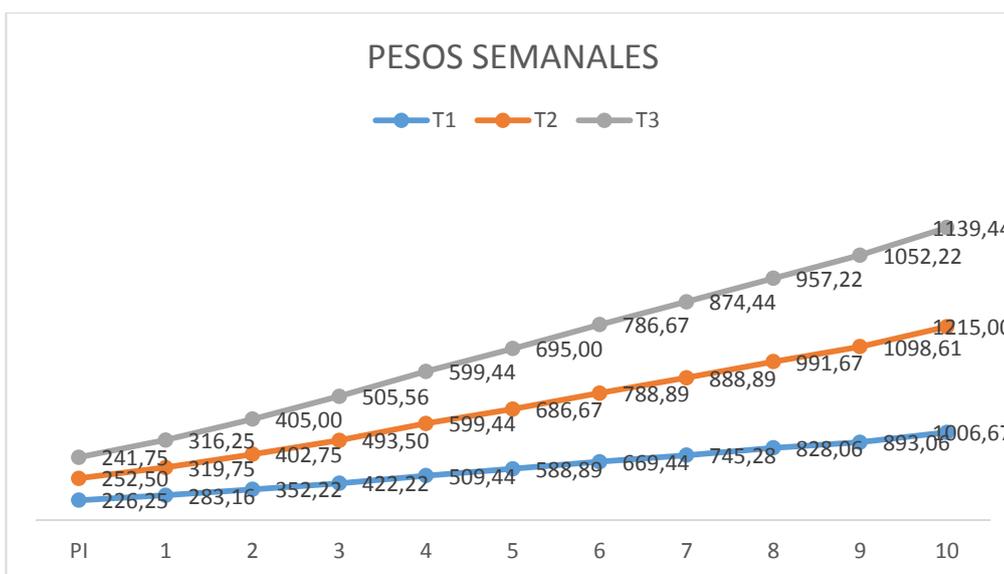


Figura 6. Curva de crecimiento de pesos (g) en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado.

4.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La conversión alimenticia en los tres tratamientos se obtuvo mediante la división del consumo de alimento para el incremento de peso obtenido semanalmente en cada tratamiento. Los resultados se detallan en la siguiente tabla y figura.

Tabla 12. Conversión alimenticia semanal en cobayos alimentados con forraje habitual + forraje verde hidropónico + balanceado.

SEMANTAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
1	2,64	2,49	2,22
2	2,72	2,54	2,47
3	3,15	2,84	2,77
4	3,05	3,50	3,34
5	3,88	3,74	3,80
6	4,35	4,04	4,49
7	5,14	4,65	5,21
8	5,23	5,05	6,05
9	7,18	5,37	5,79
10	4,63	5,46	6,83
TOTAL	41,98	39,66	42,96
PROMEDIO	4,20	3,97	4,30

Fuente. La Autora (2019).

En la presente tabla se puede deducir que la mayor conversión alimenticia la alcanzó el tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10% B) con 3,97, es decir; que los cobayos del tratamiento dos necesitaron consumir 3.97 g para convertir 1 g de peso; seguido del tratamiento uno (90% P.H-10%B) con 4,20; y finalmente el tratamiento tres (20%P.H-70% F.V.H-10%B), con 4,30. En el análisis de varianza se determina que no hay diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tres tratamientos.

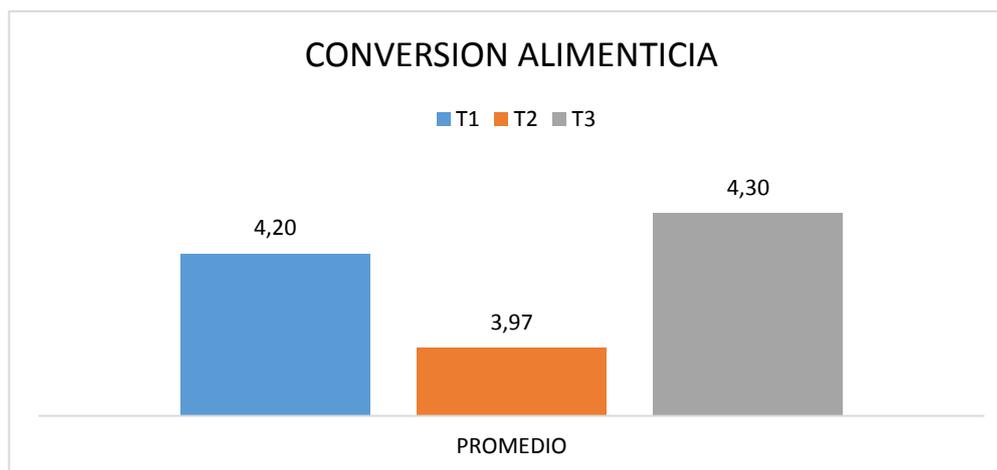


Figura 7. Conversión alimenticia total en base a materia seca en los tratamientos

4.4. RENTABILIDAD

Se obtienen los costos e ingresos para calcular la rentabilidad, dividiendo el ingreso neto para el costo total y se multiplica por 100.

4.4.1. Costos de producción

Para establecer los costos de producción se establecieron los siguientes rubros

4.4.1.1. Precio de los cobayos

Se obtuvieron 60 cobayos con un destete de 21 días a razón de \$4.00 dólares por animal.

4.4.1.2. Alimentación

Se calculó por separado para el pasto kikuyo, forraje verde hidropónico de maíz y el balanceado, considerando el consumo de alimento por kilogramo de cada tratamiento durante todo el experimento.

Tabla 13. Costo de forraje habitual.

Tratamientos	Consumo forraje habitual en		Costo Total
	kg	Costo/kg	
TI	11,90	0,04	0,48
TII	9,43	0,04	0,38
T III	3,08	0,04	0,12

La autora, (2019).

Tabla 14. Costo de forraje verde hidropónico.

Tratamientos	Consumo de forraje Hidropónico en kg	Costo/kg	Costo Total
TI	0,00	0,1100	-
TII	4,72	0,1100	0,52
T III	10,78	0,1100	1,19

La autora, (2019).

Tabla 15. Costo del balanceado.

Tratamientos	Consumo balanceado en kg	Costo/kg	Costo Total
TI	1,32	0,5500	0,73
TII	1,57	0,5500	0,86
T III	1,54	0,5500	0,85

La autora, (2019).

4.4.1.3. Instalaciones

Se estimó considerando el valor de los materiales utilizados para la adecuación del galpón con un valor global de \$ 3000 dólares, si consideramos que estas pueden tener una depreciación de 20 años lo que nos da un rubro de \$ 150 dólares anuales; que relacionado a los 2.5 meses que duro el trabajo de campo, nos dará un total de \$ 31, 25 dólares que dividido para los 60 cobayos, nos da un costo de \$0,52 dólares por animal.

4.4.1.4. Mano de obra

Se consideró que, para realizar las labores de rutina en una pequeña granja, realizar las operaciones de suministro de alimento, medicina, limpieza, etc. Se puede realizar en una hora diaria de trabajo por lo que tomando en cuenta que el jornal es de \$15 dólares el día, se tendrá un costo de \$ 1,88 dólares la hora, multiplicado por los 70 días que duró el trabajo de campo, da un total de \$ 131,6 dólares, dividido para los 60 cobayos, significa un costo de \$ 2,19 dólares por animal.

4.4.1.5. Sanidad

Considerando los gastos que se realizaron en la desinfección del galpón (cal y yodo) antiparasitarios, solución nutritiva, etc. Con un costo total de \$ 49

dólares dividido para el número de los animales, resulta un costo de \$ 0,82 dólares por animal.

4.4.2. Ingresos

4.4.2.1. Venta de cobayos

Los ingresos se estimaron considerando que el precio de la venta de los animales en pie es de \$ 10 dólares por cobayo con un peso de 800 g lo que representa un valor de \$ 0,013 dólares por cada gramo, multiplicamos este valor por el peso promedio final de cada tratamiento, los resultados se exponen en la siguiente tabla.

Tabla 16. Ingreso por venta de animales en cada uno de los tratamientos

Tratamientos	Peso final/g	Precio/g	Ingreso
T I	1.006,67	0,013	12,58
T II	1.215,00	0,013	15,19
T III	1.139,44	0,013	14,24

La autora, (2019).

4.4.2.2. Venta de abono

Durante los 70 días de trabajo de campo se realizó la limpieza cada 15 días, recogiendo una cantidad de 10 sacos de abono los mismos que se vendieron a razón de \$ 2,00 dólares; dando un total de \$ 20.00 dólares con un ingreso por animal de \$ 0,33 dólares.

Tabla 17. Rentabilidad de cada tratamiento en porcentajes.

Rubros	Tratamientos		
	T1	T2	T3
COSTOS			
Número de animales	20	20	20
Costo Cobayos	80	80	80
Forraje	19,05	15,09	4,93
Forraje hidropónico	0,00	10,37	23,71
Balanceado	17,86	21,22	20,78
Instalaciones	10,42	10,42	10,42
Mano de Obra	43,75	43,75	43,75
Sanidad	16,33	16,33	16,33
Total	187,40	197,18	199,92
INGRESOS			
Número de animales	18	18	18
Venta de Animales	226,5	273,375	256,375
Venta de Abono	6,67	6,67	6,67
Total	233,17	280,04	263,04
Ingreso Neto	45,76	82,86	63,12
Rentabilidad (%) C.			
RENTABILIDAD			
R=IN/CTx100	24,42	42,02	31,57

La autora, (2019).

La mayor rentabilidad la obtuvo el tratamiento dos con 42,02% lo que significa, que por cada \$100 dólares de inversión se ganaron \$ 42,02 dólares; mientras que el tratamiento uno generó una menor rentabilidad con un 24,42%.

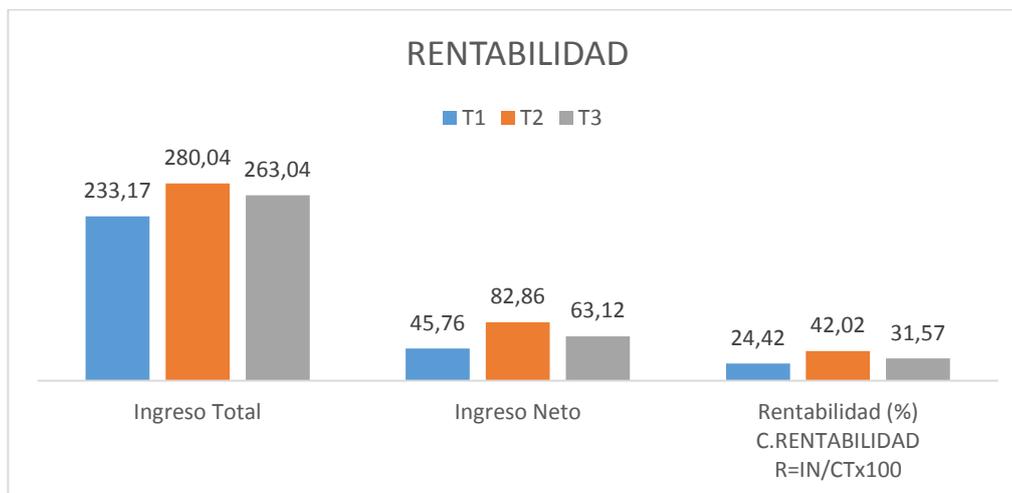


Figura 8. Rentabilidad obtenida en los tres tratamientos.

5. DISCUSION

5.1 CONSUMO DE ALIMENTO

El tratamiento dos que corresponde (60%P.H-30%FVH-10%B), registró un mayor consumo de alimento con 3913,99 g/animal durante todo el experimento, equivalente a 391, 40 g semanales y un consumo diario de 55,91 g. Mientras que el tratamiento uno (90% P.H-10%B) considerado como el tratamiento testigo, obtuvo un menor consumo de alimento con 3293,45 g/animal en todo el experimento lo que equivale a 329, 35 g semanales y 47,05 g diarios en base a materia seca. Estos datos resultan inferiores a los obtenidos por Acaro V (2010); quien en su estudio registra un mayor consumo de alimento para el tratamiento dos (75% Pasto Cariamanga-25% F.V.H. M) con 12200g en todo el experimento y un menor consumo para el tratamiento cuatro (25% Pasto Cariamanga- 75% F.V.H.M) g. Samaniego M (2016); en su trabajo de investigación denominado: 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, obtuvo los mejores resultados para el tratamiento tres(30% F.V.H.M-70%Pasto Saboya) con un consumo total de 16490g en todo el tratamiento, registrándose así mismo el menor consumo para el tratamiento testigo solo forraje (pasto Saboya)con un consumo total de 12930 g.

La regulación del consumo voluntario lo realiza el cuy en base al nivel energético de la ración, una alimentación balanceada provee al animal una mejor digestión, capaz de suplir todas sus necesidades nutricionales.

Al alimentar a los cuyes con cantidades balanceadas de forraje verde hidropónico, se obtienen mejores respuestas de consumo total de alimento, es decir; el cuy al ingerir más alimento, va a presentar un elevado crecimiento, lo cual aumentara de manera significativa su peso corporal, y le permitirá desarrollarse fisiológicamente de manera adecuada ya que el alimento le proveerá al cuy de nutrientes que necesita para sus funciones biológicas así

como también una dieta diaria balanceada le ayudara a prevenir enfermedades disminuyendo su tasa de mortalidad.

5.2 INCREMENTO DE PESO

El tratamiento dos (60% P.H-30%F.V.H-10%B) obtuvo un mayor incremento de peso con 954,94 g en promedio por animal, que significa una ganancia media diaria de 13,64 g, siendo estadísticamente superior ($p>0.05$) frente a los demás grupos experimentales, lo cual se debió a que la combinación de forraje habitual con forraje verde hidropónico de maíz, proporciona el nivel nutricional que requieren los cuyes para dar una buena respuesta en la formación de tejido muscular y como resultado incrementar su peso vivo; por otra parte, el tratamiento uno registro un menor incremento de peso con un promedio de 778,27 g en promedio por animal y una ganancia media diaria de 11,12 g.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Samaniego M (2016), quien afirma un mejor incremento de peso para los cuyes del tratamiento tres alimentados con el 30% F.V.H.M más el 70% de pasto Saboya, con un promedio por animal de 380 g, y un menor incremento de peso para el tratamiento de control (T0), reportando valores de 230 g promedio por animal.

Acaro V (2010), reporta los siguientes resultados en su estudio realizado en cuyes alimentados con pasto hidropónico de maíz, el mayor peso final se logró en el tratamiento dos(25% F.V.H.M-75% Pasto Cariamanga), con un total de 1133 g, seguido del tratamiento testigo con 921g, y un menor incremento de peso para el tratamiento cuatro(75%F.V.H.M-25% Pasto Cariamanga) con 750 g en promedio por animal. Estas afirmaciones resultan diferentes a las obtenidas en este estudio, en lo referente a tratamientos y habiendo similitud en los valores numéricos.

5.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

El análisis de la varianza de la conversión alimenticia de los cuyes no registró diferencias estadísticas ($p>0.05$), entre medias, por efecto de la alimentación en la etapa de crecimiento y engorde con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz, estableciéndose las mejores respuestas en el tratamiento

dos (60% P.H-30%F.V.H-10%B), con 3,97 g para convertir 1 gramo de peso vivo, continuando con el análisis el tratamiento uno(testigo) reporto una conversión alimenticia de 4,20 g y por último el tratamiento tres (20%P.H-70%F.V.H-10%B) con una conversión alimenticia de 4,30 g.

Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Ordóñez M(2011); quien afirma que la mejor conversión alimenticia se obtuvo en el tratamiento uno que corresponde al 20% de maíz hidropónico y 80% de chilena con 3,3 g, es decir que para convertir un gramo de peso vivo el animal necesito consumir 3,3 g de alimento, mientras que el tratamiento tres del 60% de maíz hidropónico y 40% de chilena, consumió 13,8 g para convertir un g de peso vivo. Mientras que Samaniego la mejor conversión alimenticia la registró en el tratamiento tres (30% F.V.H-70% Pasto Saboya) con 3,44 g y una menor conversión alimenticia para el tratamiento testigo (Pasto Saboya), con 3,57 g para convertir un gramo de peso vivo, reportando que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

De los resultados arrojados se puede deducir que, al garantizar el abastecimiento de alimentos de un alto valor nutricional, se puede conseguir una conversión alimenticia más eficiente, lo que resulta satisfactorio ya que representa una menor cantidad de alimento consumido para transformar un gramo de carne.

5.4 RENTABILIDAD

La utilización de forraje verde hidropónico con diferentes niveles, como suplemento en la alimentación de cobayos, generó buenos niveles de rentabilidad, esto debido al número de animales utilizados en la investigación y a la optimización de mano de obra.

El empleo de este sistema de alimentación llega a tener su eficiencia cuando se maneja grupos numerosos de animales, con porcentajes de suplemento alimenticio adecuados, para aprovechar al máximo la mano de obra, inversiones en infraestructura y lográndose un buen peso al momento de comercializarlos.

6. CONCLUSIONES

Luego del análisis e interpretación de los resultados de cada una de las variables se determina las siguientes conclusiones:

- El mayor consumo de alimento se registró en el tratamiento dos (60% P.H-30% F.V.H-10% B); con un promedio de 391,40 g y 55,91g /día, mientras tanto que el tratamiento testigo (90% P.H-10% B) registró un menor consumo con un promedio de 329,35 g y 47,05g/día.
- El mejor incremento de peso lo obtuvo el tratamiento dos (60%P.H-30%F.V.H-10% B), con 954,94 g promedio por animal y una ganancia media diaria de 13,64 g; seguido del tratamiento tres(20%P.H-70%F.V.H-10% B) con 889,73 g /animal y una ganancia media diaria de 12,71 g, y finalmente el tratamiento testigo con 778,27 g y una ganancia media diaria de 11,12 g.
- La mejor conversión alimenticia se presentó en el tratamiento dos (60%P.H-30%F.V.H-10% B), cuya relación es de 3,97 a 1, mientras tanto el tratamiento tres (20% P.H-70% F.V.H-10% B) registró una conversión alimenticia menor con 4,30 g para convertir 1 gramo de peso vivo.
- La mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento dos (60% P.H-30%F.V.H-10%B) con 42,02%, mientras que el tratamiento uno (testigo) generó una menor rentabilidad con un 24,42%.
- En cuanto a la producción de forraje verde hidropónico se puede concluir que una de las limitantes es la calidad de la semilla, ya que se necesita de una semilla totalmente apta para su buena germinación, de no poseer las características de calidad, esta presenta inconvenientes llegando a podrirse y afectar a toda la bandeja en producción.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio diario en proporciones balanceadas, es decir en una cantidad no mayor al 30% para garantizar animales de buenos pesos al final y a su vez mayores ingresos.
- Realizar nuevos estudios en diferentes especies animales y con variedad de especies forrajeras.
- Producir Forraje verde hidropónico a base de semillas certificadas, para mayor facilidad de trabajo, producción y rendimiento.
- Procurar las mejores condiciones ambientales para la obtención del forraje hidropónico, de tal manera que este pueda garantizar el porcentaje requerido en la dieta.

8. BIBLIOGRAFIA

- Acaro, V. (2010). Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico como suplemento alimenticio en el engorde de cobayos, en el barrio Taxiche de la parroquia Malacatos. Tesis de grado. Loja, Ecuador.
- Casa, C. (2008). Efecto de la utilización de forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador.
- Chalán, M. (2016). Utilización de diferentes niveles de un promotor de crecimiento en *cavia porcellus* en la etapa de crecimiento y engorde. Trabajo de grado. Riobamba, Ecuador.
- Chávez, B. (2013). Utilización de balanceado más forraje de botón de oro (*Tithonia Diversifolia*) en el engorde de cuyes peruanos mejorados (*cavia porcellus*). Tesis de grado. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- FAO. (2001). Forraje verde hidropónico. TCP/ ECU/066^a.
- Flores, H. (2014). Evaluación del comportamiento productivo de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloque nutricional y alfalfa. Tacna. ISSN 23-04-8891.
- Gómez, M. (2007). Evaluación de forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. Trabajo de grado. Riobamba, Ecuador.
- INIA. (2014). Producción de forraje verde Hidropónico. Centro Regional.
- Miraba, C. (2015). Cinética de degradación y digestibilidad del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea maíz*) en cabras criollas en Santa Elena, Ecuador. Tesis de grado. La Libertad, Ecuador.
- Ordóñez, M. (2011). Evaluación de forraje verde hidropónico de avena y maíz en la alimentación de cobayos en la parroquia de Vilcabamba del cantón Loja. Tesis de grado. Loja, Ecuador.
- 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. Macas, Ecuador.
- Sandoval, M. (2013). Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de médico veterinario zootecnista. Trabajo de tesis. Cevallos, Ecuador

- Torres, M. (2013). Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua. Trabajo de grado. Quito, Ecuador.
- Tubón, M. (2013). Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de médica veterinaria zootecnista. Trabajo de grado. Ambato, Ecuador.
- Zaldívar, A. M y Vargas, N. (1969). Estudio de tres niveles de azúcar como fuente de energía más un concentrado comercial en cobayos. EELM. Lima, Perú. 7pag.

9. ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis: Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*cavia porcellus*) en la provincia de Loja.

Anexo 1. Estadística de consumo total de alimento en los tres tratamientos.

Consumo TOTAL

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Consumo TOTAL	30	0,99	0,99	4,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	572822,22	11	52074,75	191,10	<0,0001
Tratamiento	22773,56	2	11386,78	41,79	<0,0001
Repeticiones	550048,66	9	61116,52	224,28	<0,0001
Error	4905,02	18	272,50		
Total	577727,24	29			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 272,5010 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

2,00 391,40 10 5,22 A

3,00 383,35 10 5,22 A

1,00 329,35 10 5,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis: Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*cavia porcellus*) en la provincia de Loja.

Anexo 2. Estadística de peso promedio semanal

Pesos promedio semanal

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Pesos	30	0,99	0,99	4,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2094998,09	11	190454,37	191,08	<0,0001
Tratamiento	83289,95	2	41644,97	41,78	<0,0001
Repeticiones	2011708,14	9	223523,13	224,26	<0,0001
Error	17941,15	18	996,73		
Total	2112939,24	29			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 996,7305 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

2,00	748,52	10	9,98	A
3,00	733,12	10	9,98	A
1,00	629,84	10	9,98	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis: Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*cavia porcellus*) en la provincia de Loja.

Anexo 3. Estadística de incremento de peso

Incremento de peso

Variable N R² R² Aj CV
I. P.S. 30 0,73 0,57 10,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	4339,12	11	394,47	4,49	0,0025
Tratamiento	1596,33	2	798,16	9,09	0,0019
Repeticiones	2742,80	9	304,76	3,47	0,0119
Error	1581,34	18	87,85		
<u>Total</u>	<u>5920,46</u>	<u>29</u>			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 87,8522 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

2,00	95,49	10	2,96	A
3,00	88,98	10	2,96	A
<u>1,00</u>	<u>77,83</u>	<u>10</u>	<u>2,96</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis: Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*cavia porcellus*) en la provincia de Loja.

Anexo 4. Estadística de conversión alimenticia

Conversión Alimenticia

Variable N R² R² Aj CV
Conversión 30 0,91 0,85 12,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	49,21	11	4,47	16,52	<0,0001
Tratamiento	0,57	2	0,28	1,05	0,3703
Repeticiones	48,64	9	5,40	19,96	<0,0001
Error	4,87	18	0,27		
<u>Total</u>	<u>54,09</u>	<u>29</u>			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,2708 gl: 18

Tratamiento Medias n E.E.

3,00	4,30	10	0,16	A
1,00	4,20	10	0,16	A
<u>2,00</u>	<u>3,97</u>	<u>10</u>	<u>0,16</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Tesis: Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*cavia porcellus*) en la provincia de Loja.

Anexo 5. Fotografías del trabajo de campo

Imagen 1. *Producción de forraje verde hidropónico de maíz.*





Imagen 2. T1. *Cuyes alimentados con forraje habitual más balanceado*



Imagen 3. T2. *Cuyes alimentados con el 60% de Pasto habitual más el 30% de FVH de maíz más 10 % de balanceado.*



Imagen 4. T3. *Cuyes alimentados con 20% Pasto habitual más el 70% FVH de maíz más el 10% de balanceado.*



Imagen 5. *Cuyes en sus tres tratamientos*