



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**FORRAJES VERDES HIDROPÓNICOS DE CEBADA, TRIGO Y
AVENA FORRAJERA ENRIQUECIDOS CON MICROORGANISMOS
BENÉFICOS PARA LA CRIANZA DE CUYES (*CAVIA PORCELLUS*)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

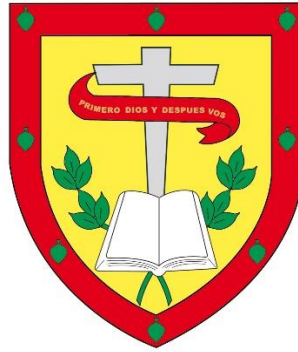
AUTOR: MARÍA BELEN YARI LIMA

DIRECTOR: MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY

CUENCA- ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MÉDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera
enriquecidos con microorganismos benéficos para la crianza de
cuyes (*Cavia porcellus*)**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTOR: MARIA BELEN YARI LIMA

DIRECTOR: MERCY DEL CISNE CUENCA CONDOY

CUENCA- ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



I. DECLARACIÓN

María Belén Yari Lima de la cédula de ciudadanía **Nº 0106726219**. Declaro ser el autor de la obra: **“Forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos para la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*)”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **18 de noviembre de 2021**

María Belén Yari Lima

II. CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Belén Yari Lima, bajo mi supervisión.



Dra. Mercy Cuenca Condoy. Mgs.
DIRECTORA

III. DEDICATORIA

Deseo dedicar primordialmente este trabajo a mi querida abuela Rosa Vargas quien me alentó para poder culminar mi carrera y forjó mis bases de responsabilidad, a mi hijo Jeymi Maldonado quien ha sido mi inspiración y motivación para superarme cada día, a mi madre Clara Lima por brindarme sus consejos para poder cumplir todas mis metas, a mi esposo Josué Maldonado quien me ha sabido apoyar, comprender y alentarme día con día; además debo agradecer a Dios por la perseverancia para seguir adelante.

María Belén Yari Lima

IV. AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la doctora Mercy Cuenca por su guía y asesoría en la realización de esta investigación, también a la Universidad Católica por permitirme utilizar las instalaciones para el desarrollo de mi tesis de grado.

De igual manera quisiera agradecer al ingeniero Manuel Maldonado por su paciencia y respaldo brindado a lo largo de este trabajo, a los docentes quienes encaminaron mi formación académica durante todos estos años de estudio.

María Belén Yari Lima

V. INDICE GENERAL

I. DECLARACIÓN.....	I
II. CERTIFICACIÓN.....	II
III. DEDICATORIA.....	III
IV. AGRADECIMIENTO.....	IV
V. INDICE GENERAL.....	V
VI. INDICE DE CUADROS.....	VIII
VII. INDICE DE FIGURAS.....	IX
VIII. INDICE DE ANEXOS.....	X
IX. Resumen.....	XI
X. Abstract.....	XII
1 CAPITULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 HIPÓTESIS.....	3
1.4 ANTECEDENTES.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPITULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 FORRAJE VERDE HIDROPONICO.....	7

2.2	Generalidades	7
2.2.1	Valor nutricional.....	8
2.2.2	Cereales más utilizados en hidroponía	8
2.2.3	Proceso de producción del forraje verde hidropónico	9
2.2.4	Factores ambientales que influyen en el cultivo del FVH.....	10
2.2.5	Tipos de sistemas hidropónicos	11
2.3	Ventajas y desventajas en alimentación animal.....	12
2.3.1	Ventajas	12
2.3.2	Desventajas	12
2.4	Importancia de la crianza del cuy en el ecuador	13
2.5	Fisiología digestiva de los cobayos.....	13
2.6	Requerimientos nutricionales de los cobayos	14
2.7	Conversión alimenticia del cuy	15
2.8	Microorganismos benéficos de montaña.....	15
2.8.1	Ventajas de los microorganismos.....	16
2.8.2	Beneficios de los microorganismos en los forrajes verdes hidropónicos.	17
3	CAPITULO III.....	18
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1	DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
3.2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.2.1	Materiales.....	19
3.3	Población y muestra	20
3.4	Procedimiento.....	20
3.4.1	Prueba de germinación para la obtención del Forraje Verde Hidropónico	

3.4.2	Siembra y cosecha de los FVH de avena, cebada y trigo.....	20
3.4.3	Toma de muestras para digestibilidad	21
3.4.4	Preparación de las pozas	22
3.4.5	Recepción de los cobayos.....	22
3.4.6	Registro de parámetros productivo de los cobayos	22
3.5	Variables	22
3.5.1	Variables Dependientes	22
3.5.2	Variables Independientes	23
3.5.3	Diseño experimental.....	23
4	RESULTADOS	24
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	24
4.1.1	Rendimiento de masa forrajera	24
4.1.2	Consumo de forraje verde hidropónico.....	24
4.1.3	Consumo de balanceado.....	26
4.1.4	Consumo de alimento.....	27
4.1.5	Ganancia de peso semanal	28
4.1.6	Conversión alimenticia	30
4.1.7	Pruebas de digestibilidad a las 24 horas versus 48 horas	31
XI.	DISCUSIÓN.....	35
XII.	CONCLUSIÓN.....	37
XIII.	RECOMENDACIONES	38
XIV.	BIBLIOGRAFIA	39
XV.	ANEXOS	48

VI. INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Requerimientos nutricionales	14
Cuadro 2 Rendimiento de masa forrajera	24
Cuadro 3 Consumo de forraje verde hidropónico	25
Cuadro 4 Consumo de balanceado	26
Cuadro 5 Ganancia de peso inicial y final	27
Cuadro 6 Ganancia de peso semanal	28
Cuadro 7 Conversión alimenticia	30
Cuadro 8 Pruebas de digestibilidad a las 24 y 48 horas	31

VII. INDICE DE FIGURAS

Figura 1: (Google Maps, 2021).....	18
Figura 2 Consumo de forraje verde hidropónico semanal.....	25
Figura 3 Consumo de balanceado semanal	27
Figura 4 Variación de pesos	28
Figura 5 Ganancia de peso semanal	29
Figura 6 Conversión alimenticia	31
Figura 7 Humedad 24h vs 48h	32
Figura 8 Materia Seca 24h vs 48h.....	32
Figura 9 Proteína 24h vs 48h	33
Figura 10 Fibra 24h vs 48h.....	34

VIII. INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	48
Anexo 2	49
Anexo 3	50
Anexo 4	51
Anexo 5	52
Anexo 6	53
Anexo 7	53
Anexo 8	54
Anexo 9	54
Anexo 10	55

IX. Resumen

El forraje verde hidropónico representa una forma de producción de alimentos como resultado del proceso de germinación de cereales o leguminosas, que puede ser utilizado en la alimentación de animales. El objetivo del estudio fue evaluar el empleo de forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos como alternativa en la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*). 90 cuyes destetados de la línea Perú, con un peso de 300 ± 20 g, fueron repartidos bajo un diseño completo al azar, en tres tratamientos, siendo el T1 (FVH de cebada), T2 (FVH de trigo) y T3 (FVH de avena forrajera), incluyendo 3 repeticiones por tratamiento y 10 cobayos por repetición. Las variables para analizar fueron parámetros productivos de los cobayos, rendimiento de masa forrajera y digestibilidad *in vivo* de materia seca, proteína y fibra de cada FVH. Los resultados sobre rendimiento de masa forrajera registran el beneficio más alto para el FVH de trigo con un peso de 3.200g; la mejor digestibilidad *in vivo* fue en cuanto a materia seca, proteína bruta y fibra, la alcanzó el cultivo hidropónico de trigo con 32.11%, 19.40% y 18.32% respectivamente. Los mejores parámetros productivos de los cobayos se alcanzaron con el consumo de FVH de trigo, registrando un peso de 903.77 g y una conversión alimenticia de 7.3. Se concluye que el FVH puede constituirse una alternativa alimenticia en sistema de crianza de cobayos.

Palabras claves: Cultivos hidropónicos, cuyes, parámetros productivos.

X. Abstract

Hydroponic green fodder represents a form of food production as a result of the germination process of cereals or legumes, which can be used in animal feed. The objective of the study was to evaluate the use of hydroponic green forages of barley, wheat, and forage oats enriched with beneficial microorganisms as an alternative in the breeding of guinea pigs (*Cavia porcellus*). 90 weaned guinea pigs of the Peru line, weighing 300 ± 20 g, were distributed under a complete randomized design, in three treatments, T1 (barley HGF), T2 (wheat HGF) and T3 (forage oats HGF), including 3 replicates per treatment and 10 guinea pigs per replicate. The variables to be analyzed were guinea pig production parameters, forage mass yield and in vivo digestibility of dry matter, protein, and fiber of each HGF. The results on forage mass yield recorded the highest benefit for the wheat HGF with a weight of 3,200g; the best in vivo digestibility in terms of dry matter, crude protein, and fiber was achieved by the wheat hydroponic culture with 32.11%, 19.40%, and 18.32%, respectively. The best productive parameters of guinea pigs were achieved with the consumption of wheat HGF, registering a weight of 903.77 g and feed conversion of 7.3. It is concluded that HGF can be an alternative feed in guinea pig breeding systems.

Keywords: hydroponic crops, guinea pigs, productive parameters

1 CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El sistema forraje verde hidropónico (FVH) puede suministrar de forma continua raciones alimenticias a los animales durante periodos de escasez de pastura (sequía / invierno), puesto que necesita pequeños terrenos para su producción (Contreras, Tunque, & Cordero, 2015), dado que este forraje crece en un espacio estrecho, se logra controlar la salud y calidad nutricional; se puede germinar granos o legumbres en 9 a 15 días, con gran rendimiento de biomasa muy palatable que los animales son capaces de comer completamente los tallos, hojas, raíces y semillas residuales (Ordoñez, Idrogo, & Corrales, 2018). Asimismo, este forraje ayuda a convertir los sistemas tradicionales de producción ganadera en sistemas orgánicos y a mejorar el estado alimenticio del ganado en terrenos estériles y semiáridas donde la desnutrición está generalizada (López, Murrillo, & Rodriguez, 2009).

En Ecuador se consumen aproximadamente 26.590 toneladas anuales de carne de cuy y su déficit es del 20% debido a la falta de una cadena comercial (Haz, 2015); no obstante, el consumo ha ido aumentando año tras año debido al gran valor nutricional que ostenta la carne (Flores, Duarte, & Salgado, 2017), con una proporción de sebo menor al 10%, contenido de proteína del 20.3%, 65 mg de colesterol; por lo tanto, es ideal incluirlo en una dieta diversa y equilibrada, siendo adecuado para toda la población en general (Gil, 2007).

Por otra parte, existen algunos factores que afectan la productividad de los cobayos (Vargas, 2008), entre ellos la restricción de fibra, vitamina C, provenientes de la pastura (Cardona , y otros, 2020); lo que dificulta la crianza de esta especie con alimento a base de concentrado; por ello, el propósito del presente estudio se orienta a tasar el empleo de forraje verde hidropónico de cebada, trigo y avena forrajera como alternativa para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de alimentos para consumo animal se ha vuelto muy difícil de costear debido al acrecentamiento en la valía de los insumos manejados para el cultivo de diferentes pastos y los efectos climáticos adversos que pueden sufrir estos recursos (Arias, & otros, 2019). La dieta del cuy suele ser basada en piensos verdes, en ocasiones retazos de algún cultivo, y sin adición de nutrientes, esto provocará pérdida de peso en el animal y a su vez una fase más prolongada al sacrificio, relacionado a la falta de comida a lo largo de épocas específicas que afectará perjudicialmente la performance de los cobayos (Benitez, Jumbo, & Jumbo, 2019).

Por estas razones los productores se ven forzados a brindar concentrado como alimento único, que al no ser realizado por un profesional para cubrir las necesidades nutricionales su consumo puede ir 40 a 60 g/animal/día (Chauca, 1997) ; además, la vitamina C se ve limitada cuando se da una ración a base de concentrado, teniendo en cuenta que las pasturas constituyen el primordial origen de vitamina C (Guevara, Hidalgo, & Valenzuela, 2014), cuando existen carencias nutricionales en los cobayos se reduce la producción y reproducción, presentan también enfermedades hepáticas y dérmicas, inclusive llega a causar el fallecimiento de los cobayos (Vicente, A; Salvador, I; Sagarra, N; Palasí, S, 2003).

Considerando que los cobayo son animales herbívoros y tienen una fuerte capacidad de consumo de alimento, alimentarlos es uno de los aspectos más importantes, pues se debe asegurar una producción suficiente de alimento (Consejo nacional de investigación, 1995); sin embargo, los criadores de cobayos se enfrentan a satisfacer la demanda debiendo adoptar el método de alimentación integral para reducir el problema del área de producción de forrajes verdes (Olazábal, Camargo , García, & Morales, 2020)

1.3 HIPÓTESIS

El empleo de forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos constituyen una alternativa viable para la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*).

1.4 ANTECEDENTES

El forraje hidropónico es anterior al cultivo en el suelo, se cree que es procedente de la arcaica Babilonia, en donde obtuvieron el primer éxito de plantar fuera del suelo; este arte fue empleada en la antigua China, Egipto e India, del mismo modo la cultura Maya la aplicaba, y constan evidencias de que fue adoptada por algunos clanes oriundos del lago Titicaca; con un avances prósperos con el pasar de los años, en naciones con déficit de tierra y agua (Beltrano, y otros, 2015).

Los sistemas hidropónicos tienen más acogida en las residencias cuencanas en especial en la parroquia agraria de El Valle, al sudeste de la urbe azuaya, en el sur del Ecuador (Quillupangui, Oñate, & Díaz, 2015). Los ganaderos y agricultores de zonas áridas o pantanosas tienen graves inconvenientes por la falta de hierba fresca, debido a la carencia de agua o la restricción en la producción por la falta de terrenos aptos, provocando abortos, animales con caquexia, baja producción de leche de leche, hasta perdida del ganado por muerte, afectando fuertemente a chicos y medianos agricultores y ganaderos animales menores; adoptando como alternativa la fabricación de FVH (Sánchez, Moreno, Contreras, & Morales, 2013).

En la actualidad la hidroponía ha evolucionado debido al progreso en los estudios químicos, se ha adaptado también en diversas partes del mundo podría ser una de las mejores opciones para erradicar el hambre causada por la superpoblación y el acrecentamiento de la inseguridad alimentaria (López J. , 2018). Los países menos desarrollados pueden utilizar el enorme potencial de la tecnología hidropónica para solventar las dificultades de la falta de tierra agrícola y superpoblación, la mayoría de los cuales están atrapados en una pobreza que no tiene nada que ver con la hambruna (Pertierra, Torres, & Balmaseda, 2019).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el empleo de forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos como alternativa en la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*).

1.5.2 Objetivos Específicos

Determinar el rendimiento de masa forrajera de los forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos bajo estudio.

Medir parámetros de digestibilidad in vivo (materia seca, proteína, fibra) en cobayos alimentados con forrajes verdes hidropónicos de cebada, trigo y avena forrajera enriquecidos con microorganismos benéficos.

Analizar el comportamiento productivo de los cobayos alimentados con forrajes verdes hidropónicos enriquecidos con microorganismos benéficos en cebada, trigo y avena forrajera.

1.6 JUSTIFICACIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es una solución factible que conseguirá optimizar la producción y su uso constituye un beneficio financiero, viable, y que puede ser aplicado sin problema en la dieta animal (Salas, y otros, 2010). Esto es debido, a que es un forraje de biomasa vegetal completamente inocuo y de excelente valor nutricional que germina de 9 a 15 días sin importar la estación del año o la ubicación geográfica; teniendo en cuenta además de los requerimientos y conocimientos básicos, las variedades de semilla idóneas para la producción de pasturas (Arias, y otros, 2019). El forraje verde hidropónico es apto para la dieta de los animales, principalmente en épocas de insuficiencia de pasturas, ya que permite ratificar el rendimiento por el peso consumido y el aprovechamiento de la ración (Blanco, Colque, & Rosales, 2019).

Así mismo estos forrajes permiten ahorrar agua, ya que del forraje en suelo el 80 % de aspersión se infiltra a las partes más profundas del mismo y otra porción de la aspersión se volatiliza; en cambio el forraje hidropónico se ahorra por completo la infiltración y al tener adición de microorganismos benéficos, favorecen a las pasturas con vitalidad para resistir afecciones y plagas, evitando el uso de pesticidas y abonos sintéticos (Beltrano, y otros, 2015). De este modo, la percepción de hacer brotar de un kilogramo en la modalidad de hidropónico y conseguir de 6 a 10 kilogramos de retoños verdes, sin importar el tiempo ni la estación del año, es de provecho para los productores (Salas, Borroé, Ramírez, & Moncayo, 2018).

Se podría decir que el FVH puede establecer una solución a las dificultades convencionales, para la obtención de pastura que favorezca a la labor agraria sostenible en las regiones desérticas y semiáridas (López, Murrillo, & Rodríguez, 2009)

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 FORRAJE VERDE HIDROPONICO

2.2 Generalidades

La hidroponía procede del vocablo griego *hydor*, agua y *ponos*, que significan "trabajo en el agua" haciendo referencia al uso de medios acuosos y abonos para sembrar plantas sin tierra (Ordoñez, Idrogo, & Corrales, 2018). A diferencia de la agricultura normal, la hidroponía puede reducir los periodos de cosecha incrementando los nutrientes y distribuyéndolos de manera que sean homogéneos y con la posibilidad de disminuir la falta de productividad por condiciones ambientales adversas; recordando que el producto aumenta de 3 a 10 veces más que un forraje convencional (Pertierra, Torres, & Balmaseda, 2019).

La exigencia en tiempos actuales de recursos hídricos ha llevado a las personas a buscar tecnologías más efectivas para utilizar el agua que no es idónea para el consumo (Santos, Gomez Da Silva, Boechat, Chagas, & Mendes, 2018). Debido a la sobrepoblación mundial, los terrenos que se usaban para la horticultura son menores y se exteriorizan efectos antagonistas para la agricultura, ya que primordialmente la utilización de metales pesados procedentes de abonos, pesticidas y las operaciones industriales han favorecido a la contaminación y afectando tanto a la calidad y seguridad alimentaria (Barraza, 2018).

El cultivo hidropónico es una práctica para el crecimiento del plantío en el que su biomasa radicular se estimula sin piso, puede ser en agua o en sustancias inertes, con la peculiaridad que se tiene que brindar a la estructura radicular líquidos, minerales y oxígeno de manera que cubran los requerimientos para el crecimiento de la pastura (Peña, Casierra, & Monsalve, 2014).

2.2.1 Valor nutricional

De la clase de semilla y la densidad del cultivo dependerá la importancia nutricional del FVH, la ganancia de biomasa, debiendo establecer su valor nutricional por medio de métodos microbiológicos, en relación al tiempo de colecta y espesor de la siembra (Cerrilo, y otros, 2012), de tal manera que al realizarse en la ausencia de tierra y a base de semillas aptas de cereales o leguminosas, no se desperdicie nada del forraje, grano o raíz (Cabrera & Rojas, 2016).

Asimismo, es necesario no aplazar la colecta por lapsos muy extensos de tiempo, ya que reduce su calidad y por lo mismo se considera necesario ejecutar dicha labor a los 10 días, así se logran pasturas de óptima calidad nutricional con un aporte de 18.77% de fibra cruda, 36.86 % MS y 14.79% de proteína bruta (PB) (Nuñez , Lozada, Rosero, Cruz, & Aragadvay, 2017).

Las cualidades más significativas de la avena y el trigo producidos en el sistema hidropónico son: la proteína que puede llegar a 9,0 % y la materia seca puede alcanzar un 32,0% que, racionado como nutrimento complementario a animales rumiantes, ayuda a la nutrición del animal (Morales, Jiménez, Burneo, & Capa, 2020).

2.2.2 Cereales más utilizados en hidroponía

Mediante el sistema hidropónico florecen semillas de cereales o de leguminosas, las cuales para desarrollarse deben estar bajo medios ambientales controladas de luz, clima, humedad y sin necesidad de un espacio de tierra, comúnmente se manejan simientes de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Maldonado, Álvarez, Acevedo, & Ríos, 2013), es menester resaltar además las semillas de:

- *Avena (Avena sativa)*: puede ser empleada como planta forrajera, debido a su alto contenido en vitamina E la avena es buena para animales de trabajo y reproductores.

- Cebada (*Hordeum vulgare*): en seco como semilla sirve para la creación de malta en las empresas cerveceras, de forma tierna como planta forrajera, en la alimentación de ganado y para consumo humano.
- Trigo (*Triticum aestivum*): es ampliamente cultivado en el mundo y permite complementar la alfalfa o la falta del maíz o del sorgo.
- Maíz (*Zea mays*): planta gramínea muy nutritiva, si se siembra para forraje puede recolectarse con considerable cantidad de humedad, lo que permite manejar diversidades de períodos más extensos que los recomendados para obtención de grano.
- Sorgo (*sorghum vulgare*): se cosecha toda la planta, pudiendo ser recolectada verde o deshidratada, se convierte también en ensilaje o heno; siempre para consumo animal.

2.2.3 Proceso de producción del forraje verde hidropónico

Existen diferentes procesos para la producción de forraje verde hidropónico el sistema aéreo, re circulante y el de raíces flotantes, las fases que se deben cumplir para una adecuada obtención de FVH, debe seguir los siguientes procedimientos:

- Clasificación de la Semilla: es necesario utilizar semilla de calidad favorable, de estirpe conocida, resistente a las circunstancias locales, con pruebas de germinación efectivas y de buen rendimiento. Por cuestión de eficacia y coste, el agricultor logra indistintamente elaborar FVH con semilla de baja calidad, pero conservando una proporción de brote apropiado, aunque si hay la posibilidad se deben utilizar simientes de grano que se promueven a una magnitud local (FAO , 2006).
- Lavado de la semilla: se debe sumergir en agua de preferencia agua con un 2% de hipoclorito de sodio, para descartar agentes nocivos; dependiendo de la calidad de la semilla, se lo puede realizar con agua pura, además tenemos que

eliminar todo el material que emerja del agua, dejándolo actuar por un tiempo de 5 minutos, se retira el exceso de agua y por último se vuelve a lavar (Salazar, 2005).

- Etapa de pre germinación: se debe poner la semilla de modo que quede sumergida en agua, por una etapa de 24 horas, esto se distingue por un acelerado consumo de agua que proporciona el metabolismo del material de reserva para el crecimiento y desarrollo de las simientes (Ramírez & Soto, 2017).
- La cosecha se realiza alrededor de los 10-15 días de desarrollo a partir de la siembra, cuando las plántulas alcanzan una altura de 20-25cm (Birgi, Gargaglione, & Utrilla, 2018).

2.2.4 Factores ambientales que influyen en el cultivo del FVH

Para su producción la temperatura es primordial, ya que las siembras tienen un nivel de temperatura preciso para la germinación y desarrollo; en su lugar la avena, trigo y cebada necesitan de temperatura de 18 a 21 ° C (Zagal, y otros, 2016), adecuada ventilación y humedad respectiva entre 65 y 70 % (Sánchez, Moreno, Contreras, & Morales, 2013).

Debe aprovecharse la energía solar, la solución de nutrientes minerales, dejando intensificar la obtención de biomasa por metro cuadrado, mejora las características nutricionales y mejorar el tiempo de la cosecha del forraje (Cerrilo, y otros, 2012).

La técnica de regadío es esencial, pues es vital que la semilla pre germinada disponga de la idónea cantidad de líquido de regadío hasta su colecta, realizada manual o automática, constantemente dando paso a la oxigenación, se debe definir la cantidad de agua y la continuidad de las aspersiones, habitualmente la periodicidad y descanso es de 6 a 9 regadíos que no sobrepasan a dos minutos, para conservar el

grado de humedad e impedir la acumulación de humedad que permita la manifestación de enfermedades (Romero, Córdova, & Hernández, 2009).

2.2.5 Tipos de sistemas hidropónicos

En la hidroponía existen diferentes métodos de producción que consisten en técnicas sencillas y de fácil aplicación.

Sistema aéreo: Esta tecnología fue desarrollada por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) porque se considera muy superior a la hidroponía tradicional y permite cultivar plantas en el espacio, consiste en mantener las raíces alejadas de cualquier otro medio y en contacto con el aire, y en un medio oscuro, se debe emplear un nebulizador que está controlado por un temporizador, pues su nivel de crecimiento es muy superior al obtenido en suelo agrícola. Además, se considera cómodos para ubicar en áreas urbanas, ya que no requiere de bandejas, además de que permite una mayor cantidad de tipos de cultivo puesto que con esta técnica se absorben más vitaminas y minerales (Albuja, Andrade, Lucano, & Rodriguez, 2021).

Sistema de raíces flotantes: las plántulas se distribuyen en armazones flotantes sobre la solución nutritiva, en bandejas plásticas que se disponen juntas en donde una a una esto para facilitar la cosecha, mientras la solución nutritiva continuamente está en circulación; además se debe oxigenar con un compresor de aire (Urrestarazo, 2015).

Sistema re circulante: Las raíces se sumergen en una solución nutritiva, donde el pH, la aireación y la concentración de sal se ajustan continuamente, la variante más famosa es la Tecnología de Película de Nutrientes (NFT), que se basa en la circulación continua de la solución de nutrientes en relación con las raíces inferiores, generalmente esta tecnología puede ser utilizado para la producción de hortalizas, porque se puede inspeccionar con más detalle y proveer una mejor calidad del producto (Albuja, Andrade, Lucano, & Rodriguez, 2021).

2.3 Ventajas y desventajas en alimentación animal

2.3.1 Ventajas

El FVH limita el uso de agua en su preparación, se produce en todas las estaciones del año, rinde en áreas de terreno reducidas, puede obtenerse para cosecha dentro de 15 a 20 días y reduce evidentemente los costos de nutrición animal, además mejora la obtención de carne y leche en los animales nutridos con el FVH (Cisneros, y otros, 2020).

Es alto en vitaminas principalmente la A y E, también es rico en carotenoides que van desde 250 a 350 mg/kg de materia seca (MS), también tiene grandes porciones de hierro, calcio y fósforo, además la digestibilidad es alta ya que el contenido de lignina y celulosa es mínimo (Juárez, y otros, 2013).

2.3.2 Desventajas

Los constituyentes del sistema hidropónico incluyen los nutrientes de los elementos de la matriz, tales como: nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, boro, cobre, silicio y molibdeno. Las plagas y enfermedades pueden transmitirse rápidamente, la falta de materia orgánica y organismos benéficos del suelo hacen que las plantas respondan velozmente a las condiciones más aptas y también más inoportunas (FAO, 2006).

Las plantas jóvenes fertilizadas con fertilizantes nitrogenados en dosis altas pueden acumular nitritos y otros factores no proteicos (5.000 a 15.000 mg / kg), que pueden producir intoxicación a rumiantes, el contenido de nitrato es mayor en días nublados así afecta al desarrollo del forraje puede causar un aborto espontáneo y reduce el desarrollo del feto. Los síntomas tóxicos incluyen estremecimientos, tambaleo, problemas para respirar e inclusive el fallecimiento del animal; además el feto también es muy sensible a esta intoxicación, también es la razón principal de hipomagnesemia y acetonemia (Maldonado, Sánchez, Acevedo, & Ríos, 2013).

2.4 Importancia de la crianza del cuy en el Ecuador

Al presente el consumo per cápita de carne de cuy en la zona andina ha aumentado gradualmente, teniendo en cuenta su elevado valor nutricional, ya que tiene un 20,3% de proteína y un 10% de grasa y ácidos grasos poliinsaturados como el omega 3 y 6, que ayudan a combatir los ateromas entre los grupos de personas con padecimientos cardiovasculares y dificultades de obesidad (Criollo, Cuenca, & Herrera, 2019).

La producción del cuy esta popularizada en el sector rural como un animal de carne para el consumo propio, considerándose una óptima opción para variar la ración alimenticia, la ONU y la FAO la considera a manera de una fuente de seguridad alimentaria de la población global. Pero se debe tener en cuenta una adecuada alimentación, sistema de producción, sanidad, para lograr buenos índices reproductivos y productivos (Meza, y otros, 2014).

La producción y venta de cobayos favorece a reformar la economía de las familias, puesto que negocian de manera espontánea con el cliente, quiere decir, se negocia sin mediador. Actualmente, un cobayo de 1 200 kilogramos tiene un valor de USD 6,25 por unidad y el valor de cada 100 kilogramos del cuy pie de cría se comercia en USD 1 (Moreta, 2017).

2.5 Fisiología digestiva de los cobayos

El cuy es mono gástrico asume dos variedades de digestión, una enzimática a en el estómago una diferente microbiana a nivel de ciego, su acción depende de la disposición de la dieta alimenticia esto le brinda variabilidad a los regímenes de alimentación (Meza, y otros, 2014); los cobayos tienen un ciego, donde se desdobra el 65% de la asimilación gastrointestinal, con un colon ancho, obteniendo hasta 55% de digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN), con una producción hidrolítica de la fibra en el ciego superior a la de los conejo, el mayor tiempo de conservación y tasa de paso de la digestión en el tracto estomacal, el grado de llenura del ciego, y la

mucosa espesa y encogida, ceden al cuy una superior producción de ácidos grasos de cadena corta como fuente energética (Paredes & Goicochea, 2021).

2.6 Requerimientos nutricionales de los cobayos

La nutrición es sustancial, el conocimiento de los requerimientos nutricionales nos ayuda una ración balanceada que logre satisfacer las exigencias de cada una de las etapas biológicas (Meza, y otros, 2014). La alimentación de cobayos, principalmente es el forraje, sin embargo, únicamente a base de forraje no se adquiere buen rendimiento, los bloques nutricionales o balanceados es una elección como de fuente de energía es primordial (Benítez, Calderón, Chamba, & Cordero, 2019). Esto simboliza aproximadamente 70% del coste total de producción y compone la primordial limitación para el trabajador (Sánchez, Vivas, Aguilar, Hernández, & Caldera, 2018).

Los requerimientos nutricionales cambian de acuerdo a su etapa productiva, por lo que el suministro de raciones debe realizarse según sus necesidades nutritivas, el empleo de esta índole de dietas involucra un manejo secuenciado de la reproducción (empadre controlado) y concentraciones por divisiones para la recría - engorde (Jiménez, 2007).

Cuadro 1 Requerimientos nutricionales

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
proteínas	(%)	18	18-22	13-17
ED ¹	(kcal/kg)	2800	3000	2800
Fibra	(%0)	8-17	8-17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8-1,0
Fósforo	(%)	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: (Chauca, L, 1997)

2.7 Conversión alimenticia del cuy

La conversión alimenticia implica el mejoramiento de la fabricación de carne a partir de la porción y eficacia del sustento suministrado al animal a lo largo de la época de producción, en relación a la conversión alimenticia del cuy, esta incrementa cuando el cuy se alimenta de raciones de fácil digestibilidad y de alta calidad nutricional, en otras palabras alimentos con alta solidez de nutrientes son buenas fuentes e importantes de micronutrientes o proteínas esenciales como fuentes de energía. Por tal motivo, alimentos balanceados a base de cebada, trigo y maíz, pueden ser efectivos en la incremento de la conversión alimenticia y de los indicadores alimenticios del cuy (Jimenez, 2016).

El cuy como animal de especie herbívora puede digerir partes fibrosas de los forrajes, aunque su validez sea de digestión sea menor ya que la digestión acontece en el ciego; alterando su ganancia de peso y la conversión alimenticia (Ramos, Guevara, & Villota, 2013). En tal sentido, el cuy como especie herbívora se sustenta mediante forraje verde; mostrando siempre su preferencia por éste. El combinar gramíneas y leguminosas ayuda a enriquecer el valor nutritivo de las gramíneas y debido a que el cuy es susceptible a presentar trastornos digestivos, aún más en las crías menores. Los cambios de alimentación no conviene ser toscos por lo que el cuy debe irse adaptando gradualmente al cambio de forraje (Sulca, 2017).

2.8 Microorganismos benéficos de montaña

Los microorganismos de montaña (MM), estos están combinados por cultivos de hongos, bacterias y levaduras benefactoras permanecen de forma natural en diferentes entornos, donde promueven la descomposición de la materia orgánica, y la materia orgánica se convierte en el nutriente necesario para su desarrollo (boscaje mixto y con latifolio, plantaciones, selva de bambú, etc.). Estos microorganismos son siembras de compuestos líquidos de microorganismos beneficiosos (*Rhodococcus*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces cerevisina*, actinomicetos y hongos fermentables), que nunca han estado capturados por sistemas naturales, está conectado con la

modificación genética y una relación de modo simbiótico, lo que tiene un efecto positivo en un ecosistema equilibrado (Blanco & Martínez, 2018).

2.8.1 Ventajas de los microorganismos

Promueve mayor tasa de germinación de semillas y tasa de germinación debido a los efectos fitohormonales similares al *ácido giberélico*, es decir desde el crecimiento de la raíz hasta la aparición del tallo y hojas, con efectos similares a las rizobacterias que promueven el crecimiento de las plantas, además al incluir sustratos con microorganismos antagonistas de enfermedades y patógenos aumenta las posibilidades de supervivencia de las plántulas (Romero, Córdova, & Hernández, 2009).

Los microorganismos forman parte esencial de la vida del planeta y representan la especie de ser vivo con mayor abundancia sobre la tierra, forman parte de la fabricación de sustentos para el consumo alimenticio; además de ellos son utilizados en la producción de químicos industriales y combustibles como saborizantes y aditivos, disolventes y lubricantes, insecticidas, cosméticos entre otros además son de gran utilidad para la elaboración de vacunas y fármacos entre ellos los antibióticos (Blanco & Martínez, 2018). Asimismo, los citados autores refieren que los microorganismos dentro de las funciones vitales que cumplen se encuentran la digestiva, ya que ayudan en la digestión de los alimentos, al hacer digeribles ciertos compuestos de los alimentos, y proveen nutrientes y vitaminas como la B12, entre otras.

En el caso específico de los microorganismos de montaña (MM) estos representan un producto de bajo costo, que permite aprovechar la diversidad microbiana (taxonómica y funcional) en zonas boscosas y que pueden ser incorporados en las unidades de producción agrícola. Aunado a ello, los MM aceleran el proceso de metabolismo de materia orgánica, por lo que suelen ser utilizados en la preparación de biofertilizantes, aumentando la calidad de la productividad de los cultivos e incitando la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces. De igual manera, los microorganismos de montaña además de facilitar el aumento del

nivel de resguardo natural de los cultivos hacia organismos promotores de enfermedades (Umaña, 2017).

2.8.2 Beneficios de los microorganismos en los forrajes verdes hidropónicos

Los Microorganismos de Montaña (MM) se suponen excelentes colaboradores para la obtención de plantas fornidas y sanas, debido a que proveen nutrimentos, vitaminas y resguardo frente a las plagas. En este sentido cada grupo de compuestos aporta los siguientes beneficios de acuerdo con (Arce, 2015):

- Actinomicetos: estos son hongos que facilitan el control de patógenos que perturban el florecimiento de las plantas.
- Bacterias ácido lácticas: estos originan el ácido láctico que ayuda a solubilizar en el suelo el fósforo; permitiendo además que dicho factor se encuentre favorable para las plantas. Aunado a esto, las bacterias ácido lácticas contribuyen a combatir algunos patógenos del suelo.
- Levaduras: estas bacterias proporcionan una contribución en cuanto a la asimilación de vitaminas y con la avivación de otros microorganismos benéficos.
- Bacterias fotosintéticas: este tipo de bacterias asimilan nutrimentos y vitaminas que pronto son empleados por las plantas. Aportan con el incremento de las poblaciones de distintos microorganismos tales como actinomicetos, micorrizas, bacterias fijadoras de nitrógeno.

Campo, Acosta, Morales, & Prado (2014), destacan que los microorganismos de montaña prosperan de manera cuantiosa en la materia orgánica de los terrenos agrícolas, las cordilleras y los bosques, y son los procuradores de alterar la materia orgánica que ayudan a que continúe el ciclo de la vida, brindando también cargas nutritivas para un mejor desarrollo de los forrajes.

3 CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La presente indagación se desarrolló en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), ubicada en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, en la Panamericana Norte y Cnel. Remigio Machuca, con Coordenadas geográficas: -2.881629,-78.9573122 (Universidad Católica de Cuenca, 2020).

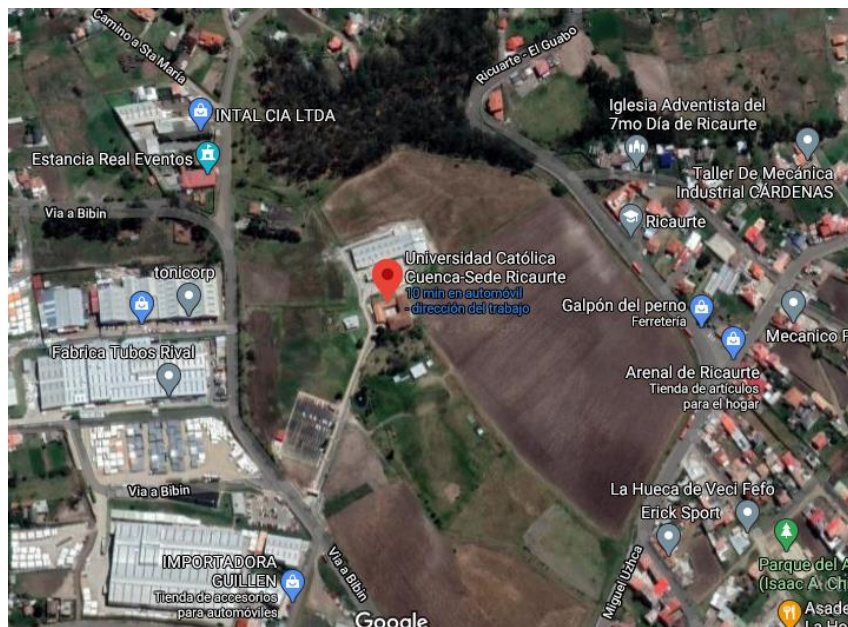


Figura 1: (Google Maps, 2021)

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Materiales

Biológicos

- Semilla de cebada
- Semilla de trigo
- Semilla de avena
- Agua
- Cobayos
- Microorganismos de montaña
- Balanceado

Físicos

- Cámara fotográfica
- Guantes estériles
- Overol
- Lápiz
- Cuaderno
- Bandejas hidropónicas
- Baldes
- Balanza
- Comederos
- Bebederos

Químicos

- Cloro
- Cal

3.3 Población y muestra

Se utilizó una totalidad de 90 cuyes destetados de la línea Perú, con una media de 300 ± 20 gramos, distribuidos en tres tratamientos, tres repeticiones e incluyendo 10 animales por cada réplica.

3.4 Procedimiento

En esta investigación para la producción de fvh se utilizó el sistema aéreo y en cuanto al majeo de los cobayos se trabajó con un sistema semi-intensivo para la producción.

3.4.1 Prueba de germinación para la obtención del Forraje Verde Hidropónico

Se procedió a colocar en un plato plástico 100 semillas de trigo, avena y cebada respectivamente cubriéndolas con papel periódico para humedecerlas constantemente, al cabo de tres días se realizó el conteo de las semillas germinadas que en total fueron 97 semillas de trigo, 100 de cebada y 95 semillas de avena.

3.4.2 Siembra y cosecha de los FVH de avena, cebada y trigo

Se colocó un promedio de 0.5 kg de semillas en bandejas de 50 cm x 30 cm y se comenzó el proceso de lavado de la semilla en un medio de cloro al 1% (10cc en 1000cc de agua), por un tiempo de 3 minutos e inmediatamente se aclaró con agua limpia para descartar los restos de cloro. Consecutivamente las semillas se humedecieron por 24 horas (1 litro de agua por kilogramo de semilla), con un trecho para aireación de dos horas cada 12 horas, en otras palabras, las semillas permanecieron inmersas en el agua por 12 horas; en seguida las mismas fueron drenadas y puestas a escurrir por un lapso de dos horas al aire libre, replicando esta técnica previamente al proceso de la siembra.

De tal modo que incite el brote y estimule un desarrollo parejo, se pusieron las semillas pre germinadas en recipientes de polietileno y estuvieron tapadas con plástico negro para incitar la germinación. Transcurridas las 48 horas se pasó a descubrir los recipientes, durante este proceso, se usó un medio de regadío continuo manual con una manguera plástica, con una periodicidad de 4 a 8 veces diarias acatando el clima del día de riego. En este tratamiento con microorganismos se aplicó MOBs de montaña a razón de 200ml por cada dos litros de agua, en las semillas con el fin de impulsar el desarrollo y promover un crecimiento parejo.

Después del quinto día, los microorganismos benéficos de montaña se colocaron una vez al día (8:00 am) sobre la parte aérea del forraje usando un aspersor de 2000 ml y se aplicó una dosis de 200 ml por bandeja; durante el día se ejecutaron dos aspersiones solo con agua a las 12:00 y a las 16:00hrs. La fertilización y el regadío se interrumpieron dos días previo a la colecta y finalmente se analizó el rendimiento de masa forrajera.

Al día 10-13, se observó un forraje de 20 a 24 cm siendo este el indicador para la cosecha del pasto, en general con un peso que variaba de 1.300g mínimo a 3.500g como máximo.

3.4.3 Toma de muestras para digestibilidad

Para ello, se trabajó con jaulas metabólicas, analizando la digestibilidad de (materia seca, proteína y fibra) de los forrajes verdes hidropónicos, utilizando tres repeticiones por cada tratamiento, midiendo la digestibilidad *in vivo* en dos tiempos.

Se contempló 15 días para el periodo de adaptación a la dieta (consumo de forraje verde hidropónico) por parte de los cobayos, a los dos meses de edad de los cobayos se procedió a realizar análisis del contenido nutricional de los FVH con adición de microorganismos benéficos (Bromatológicos), para posterior a ellos analizar la digestibilidad de los FVH *in vivo*.

3.4.4 Preparación de las pozas

Se procedió a realizar la limpieza profunda de las pozas, posterior a ello se desinfectó el galpón con amonio cuaternario, utilizando una bomba, dejándolo reposar por un tiempo de 15 días previo a la llegada de los cobayos.

3.4.5 Recepción de los cobayos

A la llegada de los animales, se llevó a cabo el registro de peso, posteriormente se identificó a los cobayos colocando arete metálico en el pabellón auricular izquierdo, se distribuyó los animales en las pozas y se inició con el periodo de adaptación a la dieta, comenzando a incrementar el consumo de FVH de manera progresiva, durante 15 días hasta lograr cubrir los requerimientos nutricionales de los animales con un consumo superior al 70% del cultivo hidropónico, ajustando el consumo de materia seca con concentrado.

3.4.6 Registro de parámetros productivo de los cobayos

La recolección de datos para análisis de los parámetros productivos (consumo de alimentos, incremento de peso, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad) se realizó cada 7 días, considerando el peso al destete, peso luego del período de adaptación a la dieta y posterior a ello el peso semanal al igual que el resto de parámetros a ser analizados.

3.5 Variables

3.5.1 Variables Dependientes

- Rendimiento de masa forrajera de los FVH enriquecidos con microorganismos benéficos

- Digestibilidad *in vivo* de la:
 - Materia seca
 - Proteína
 - Fibra
- Parámetros productivos
 - Consumo de alimento
 - Incremento de peso
 - Conversión alimenticia

3.5.2 Variables Independientes

Cultivos hidropónicos enriquecidos con microorganismos:

- Cebada
- Trigo
- Avena

3.5.3 Diseño experimental

Los cuyes utilizados estuvieron repartidos en un diseño completo aleatorio, en tres tratamientos, correspondiendo el T1 (FVH de cebada), T2 (FVH de trigo) y T3 (FVH de avena forrajera), con tres repeticiones por tratamiento y 10 cobayos por cada repetición. El manejo zootécnico de los cobayos en cuanto a calendario sanitario y parámetros ambientales fueron similares.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 Rendimiento de masa forrajera

De acuerdo al cuadro 2, se puede observar que se obtuvo una mayor ganancia de masa forrajera correspondiente al FVH de trigo con un peso de 3,200g a diferencia de la cebada con 2,700 g y avena 2,600 g donde presentaron menor ganancia de masa forrajera.

Cuadro 2 Rendimiento de masa forrajera

Rendimiento de Masa forrajera	
	peso(g)
Avena	2,600 (+/- 72,6)
Cebada	2,700 (+/-76,3)
Trigo	3,200 (+/-87,4)

Fuente *Elaborada por el autor*

4.1.2 Consumo de forraje verde hidropónico

El cuadro 3 señala que, en la primera, segunda y tercera semana no se encuentran variaciones ($P > 0,05$) entre tratamientos; en la cuarta semana se encuentra diferencia ($P < 0,05$) en el consumo de FVH de trigo(2170,0g) sobre el consumo de FVH de avena(1880,6g) en la quinta semana se encuentra de igual manera diferencia ($P < 0,05$) del FVH de trigo(2316,0g) sobre el FVH de avena(2097,6g) y en la sexta

existe también diferencia ($P < 0,05$) del FVH de trigo(2541,3g) sobre el FVH de avena(2319,6g).

Cuadro 3 Consumo de forraje verde hidropónico

	Consumo de FVH					
	1	2	3	4	5	6
AVENA	1330,1(+/-35,0)i	1477,1(+/-79,0)hi	1761,0(+/-79,0)eg	1880,6(+/-71,6)ef	2097,6(+/-89,2)de	2319,6(+/-72,7)bc
CEBADA	1495,9 (+/-92,2)hi	1622,3(+/-27,6)gh	1891,2(+/-27,4)ef	2037,9(+/-77,3)de	2221,2(+/-44,9)bcd	2420,5(+/-68,9)ab
TRIGO	1405,6(+/-96,8)hi	1594,2(+/-59,5)gh	1922,4(+/-63,4)ef	2170,0(+/-150,2)cd	2316,0(+/-34,7)bc	2541,3(+/-34,4)a
Valor P x Semana	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
Valor P General	$P < 0,01$					

Fuente Elaborada por el autor

De la misma manera en la figura 2 se observa que la primera el consumo mínimo de FVH de avena, trigo y cebada, en la segunda y tercera semana no existe diferencia a partir de la cuarta semana se consumió más FVH de trigo siendo la sexta semana donde hubo el máximo consumo de FVH.

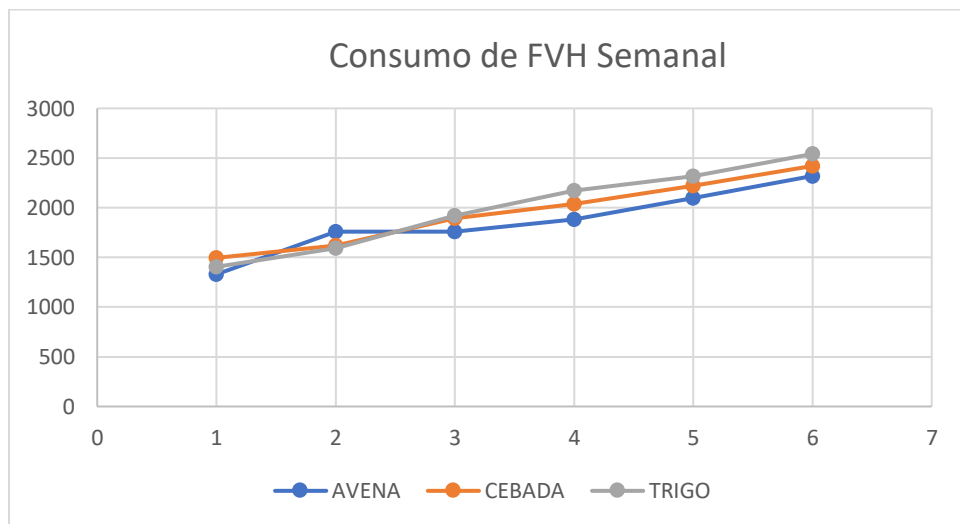


Figura 2 Consumo de forraje verde hidropónico semanal

Fuente *Elaborada por el autor*

4.1.3 Consumo de balanceado

En el cuadro 4 se observa, consumo de balanceado semanal en la primera segunda y tercera semana no existió diferencias ($P>0,05$); entre los tratamientos, en la cuarta semana si existe diferencia ($P<0,05$) con mayor consumo en el tratamiento de trigo (4913,0g) sobre el tratamiento de avena (5206,8g), en la quinta semana se demuestra diferencia($P<0,05$) en el consumo de trigo (5430,7g) sobre el tratamiento de avena, en la sexta semana de igual manera se encuentra una diferencia ($P<0,05$) en trigo(5995,7g) sobre la avena(5465g).

Cuadro 4 Consumo de balanceado

	Consumo de balanceado					
	1	2	3	4	5	6
AVENA	3031,9(+/-75,0)j	3360,09(+/-72,9)ij	4046(+/-178)gh	4402(+/-177)fg	4907(+/-199)de	5465(+/-174)bc
CEBADA	3253,1(+/-113,9)ij	3673,0(+/-67,4)hi	4347,0(+/-65,4)fg	4750(+/-186)ef	5206,8(+/-115,3)cd	5707,8(+/-171,6)ab
TRIGO	3187(+/-214)j	3645,8(+/-145,7)hi	4432,1(+/-146,9)fg	4913,0(+/-136,6)de	5430,7(+/-101,4)bc	5995,7(+/-65,3)a
Valor P x Semana	$P>0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$
Valor P General	$P<0,01$					

Fuente *Elaborada por el autor*

Así mismo en la figura 3 se observa el aumento de consumo de balanceado a empezando en la semana 1 como mínima y la semana 6 como el máximo consumo de balanceado.

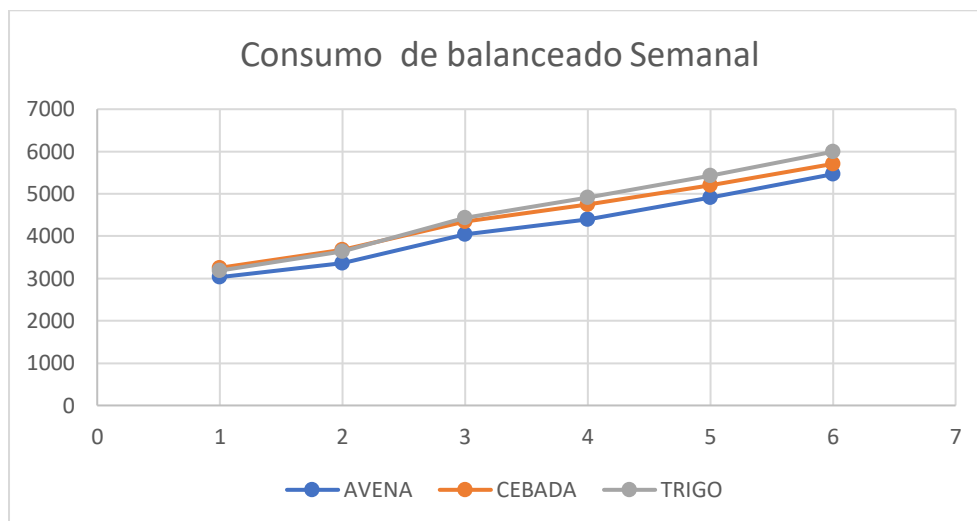


Figura 3 Consumo de balanceado semanal

Fuente *Elaborada por el autor*

4.1.4 Consumo de alimento

En el cuadro 5, se exhibe la ganancia de peso al inicio y al final se compara inicio vs final Inicio no hay diferencia ($P \geq 0,05$) y al final si hay diferencia.

Cuadro 5 Ganancia de peso inicial y final

	Ganancia de Peso	
	Inicio	Final
AVENA	463,13(+/-10,18)a	828,3(+/- 24,9)b
CEBADA	497,53(+/-16,69)a	862,3(+/-24,7)bc
TRIGO	483,00(+/-31,70)a	903,77(+/-12,21)c
Valor P	$P > 0,05$	$P < 0,05$

Fuente *Elaborada por el autor*

En la figura 4, se observa la variación de pesos durante la experimentación, en donde al inicio no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P>0,05$), evidenciando la homogeneidad de los grupos. Posteriormente en la última semana los animales que consumieron FVH de trigo tuvieron mayor peso (903,77g.) que los que se alimentaron de FVH de avena (828,3g.) ($P<0,05$); sin que existan diferencias estadísticas con FVH de la cebada (862,3g.) ($P>0,05$).

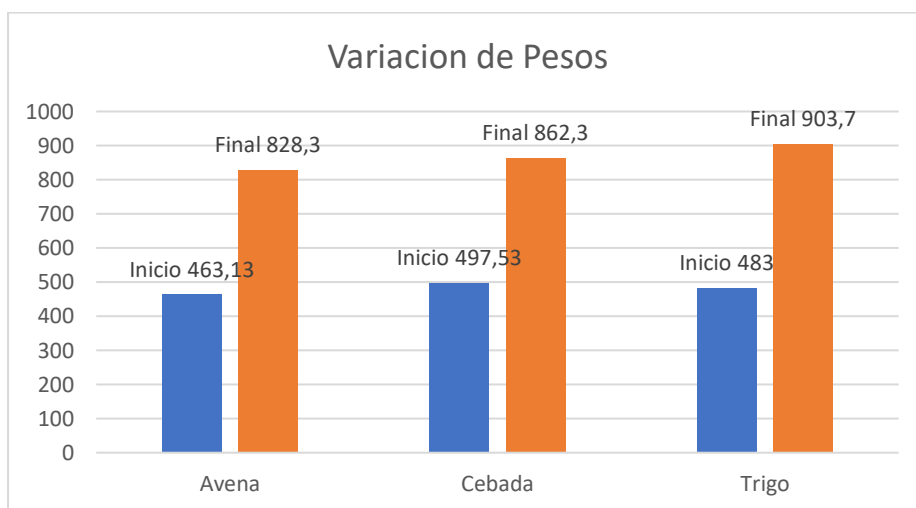


Figura 4 Variación de pesos

Fuente *Elaborada por el autor*

4.1.5 Ganancia de peso semanal

En el cuadro 6 se observa, la primera y segunda semana no hay diferencia significativa entre tratamientos ($P>0,05$); en la tercera semana existe una diferencia ($P<0,05$); con una ganancia de peso a favor (117,7g) del trigo sobre la avena (99,63g) y cebada (97,40g), en la cuarta, quinta y sexta semana tampoco existe diferencia entre tratamientos.

Cuadro 6 Ganancia de peso semanal

Ganancia de Peso					
1	2	3	4	5	6

AVENA	46,43(+/-6,67)d	50,23(+/- 3,16)cd	99,63(+/- 17,16)ab	55,52(+/- 4,14)cd	76,43(+/- 4,14)bcd	83,33(+/-5,31)abc
CEBADA	50,00(+/-1,81)cd	64,23(+/-7,47)bcd	97,40(+/-7,07)ab	59,70(+/-17,27)cd	67,30(+/-9,70)bcd	76,17(+/-10,73)bcd
TRIGO	44,47(+/-14,02)d	69,00(+/-11,18)bcd	117,7(+/-31,2)a	72,43(+/-9,27)bcd	76,57(+/-6,91)bcd	85,10(+/-9,97)abc
Valor P x Semana	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05	P>0,05
Valor P General	P<0,01					

Fuente Elaborada por el autor

De acuerdo con la figura 5 se compara la variación de pesos por tratamientos en semanas, en donde en la primera y segunda semana no existe diferencias, en la semana 3 si existe una diferencia ($P < 0,05$) una mayor ganancia de peso (117,7 g) del tratamiento trigo y en las semanas cuarta quinta y sexta no existe diferencias.

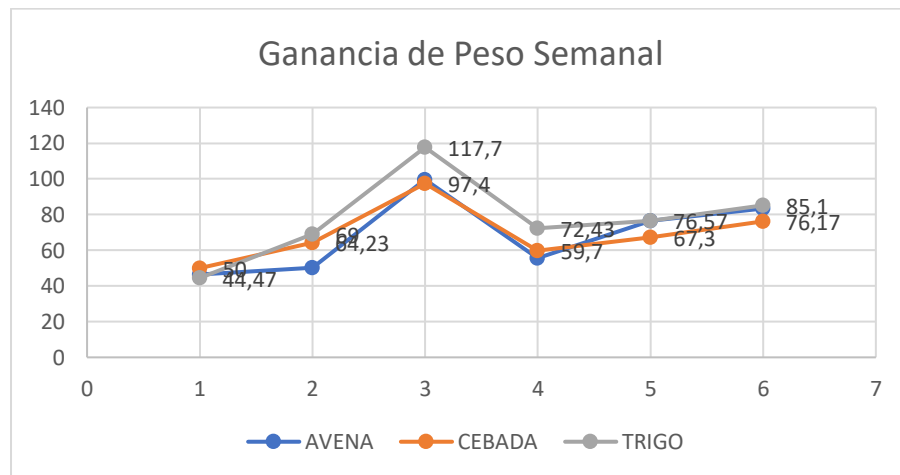


Figura 5 Ganancia de peso semanal

Fuente Elaborada por el autor

4.1.6 Conversión alimenticia

En el cuadro 7 se observa que la conversión alimenticia en la primera segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta semana no existe diferencia estadística significativa ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

Cuadro 7 Conversión alimenticia

	Conversión Alimenticia					
	1	2	3	4	5	6
AVENA	6,4(+/-1,13)abc	6,4(+/-0,32)abc	3,9(+/-0,51)c	7,6(+/-0,80)a	6,2(+/-0,36)abc	6,3(+/-0,60)abc
CEBADA	6,3(+/-0,20)abc	5,6(+/-0,79)abc	4,3(+/-0,28)bc	8,0(+/-1,86)a	7,5(+/-1,25)a	7,3(+/-0,88)a
TRIGO	6,3(+/-0,80)abc	5,4(+/-1,18)abc	3,9(+/-0,81)c	7,2(+/-0,62)a	6,9(+/-0,58)ab	7,3(+/-0,80)a
Valor P x Semana	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
Valor P General	$P < 0,01$					

Fuente Elaborada por el autor

Así mismo en la figura 6 se puede observar la conversión alimenticia de la primera y segunda en ascenso, en la tercera semana se puede apreciar la baja conversión alimenticia en la tercera semana, un aumento a partir de la cuarta semana.

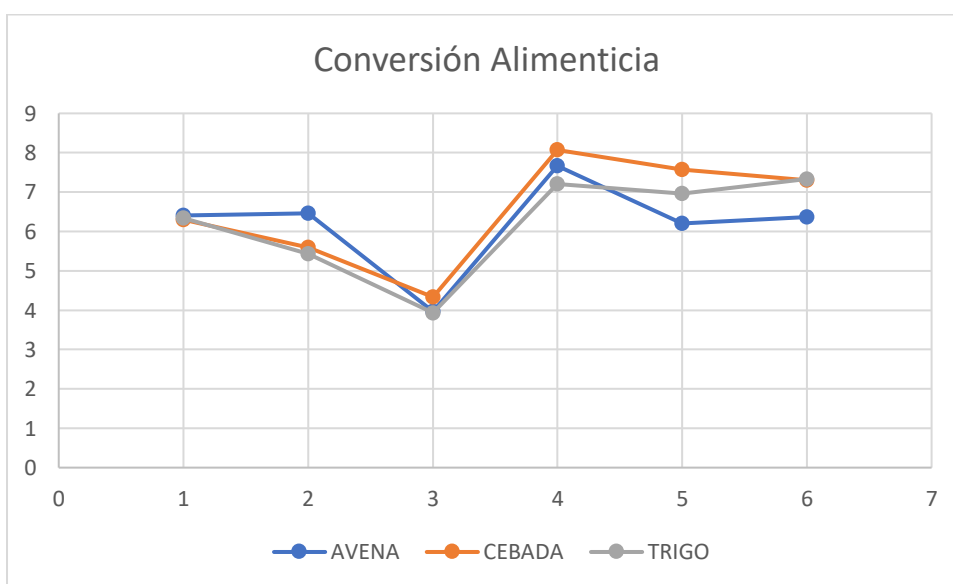


Figura 6 Conversión alimenticia

Fuente *Elaborada por el autor*

4.1.7 Pruebas de digestibilidad a las 24 horas versus 48 horas

En el cuadro 8. Se observa la comparación únicamente de 24 horas y 48 horas por separado donde todos los valores P son superiores a 0,05 y no hay diferencias entre tratamientos.

Cuadro 8 Pruebas de digestibilidad a las 24 y 48 horas

	Cebada	Avena	Trigo	Error Estándar	Significancia
Humedad %	50,95	53,44	54,06	1,91	P≥0,05
Materia Seca	44,61	46,46	49,05	1,58	P≥0,05
Proteína	8,85	9,34	9,65	0,59	P≥0,05
Fibra	7,51	7,52	8,13	0,75	P≥0,05

	Cebada	Avena	Trigo	Error Estándar	Significancia
Humedad %	39,45	34,73	35,85	2,03	P≥0,05
Materia Seca	60,55	64,15	65,27	2,02	P≥0,05
Proteína	12,97	11,74	11,26	0,59	P≥0,05
Fibra	9,99	9,46	10,18	0,26	P≥0,05

Fuente *Elaborada por el autor*

De la misma forma según expuesto en el cuadro 8, se observó las diferencias entre las 24 horas y 48 horas ($P < 0,01$) con Error Estándar de 1,97, graficado en la Figura 7.

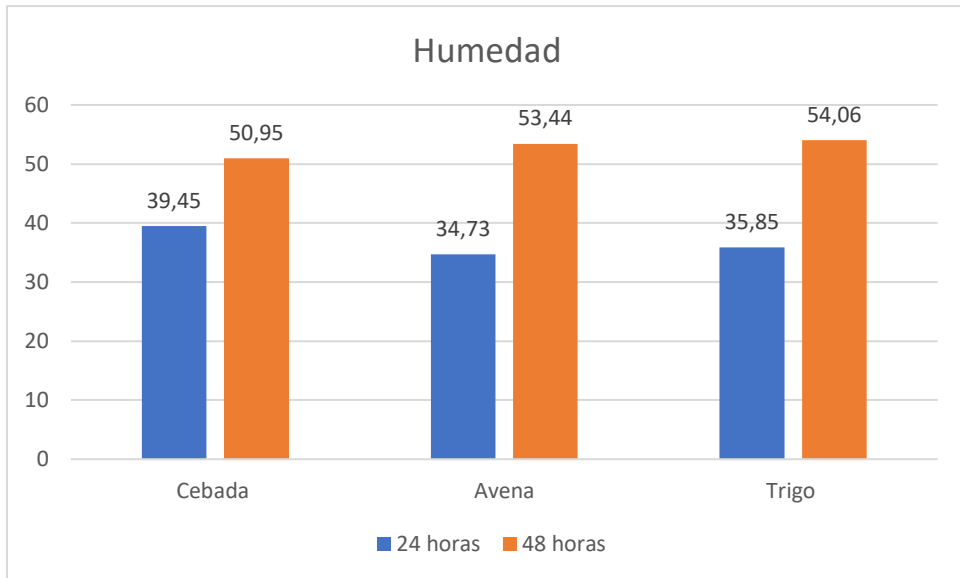


Figura 7 Humedad 24h vs 48h

Fuente *Elaborada por el autor*

Según el cuadro 8, anterior se observó las diferencias entre las 24 horas y 48 horas ($P < 0,01$) con Error Estándar de 1,82, graficado en la Figura 8.

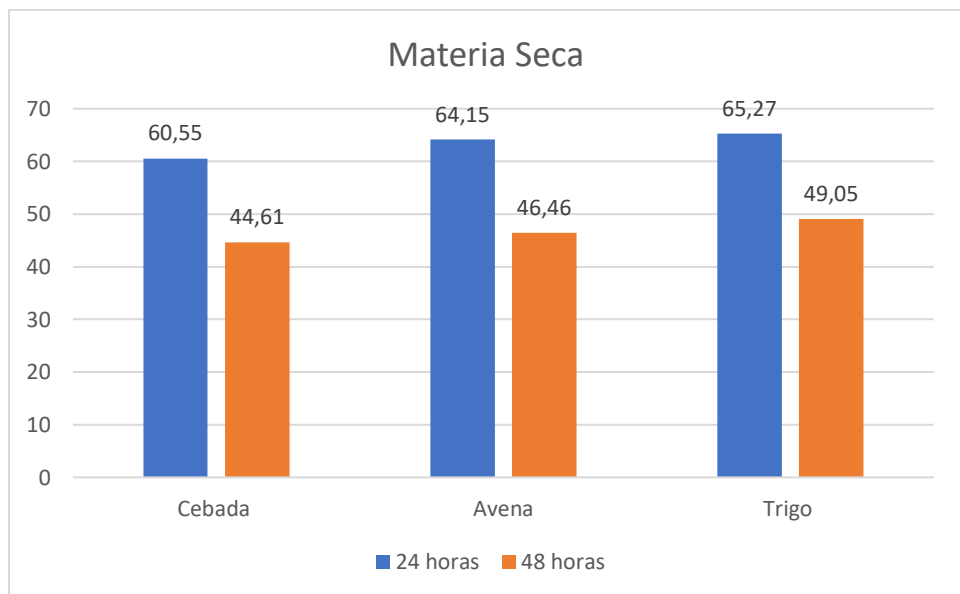


Figura 8 Materia Seca 24h vs 48h

Fuente *Elaborada por el autor*

De acuerdo a lo expuesto en el cuadro 8, anterior se observó las diferencias entre las 24 horas y 48 horas ($P < 0,05$) con Error Estándar de 0,59, donde el Tratamiento Trigo a las 48 horas difiere del de Cebada 24 horas y Avena 24 horas, graficado en la Figura 9.

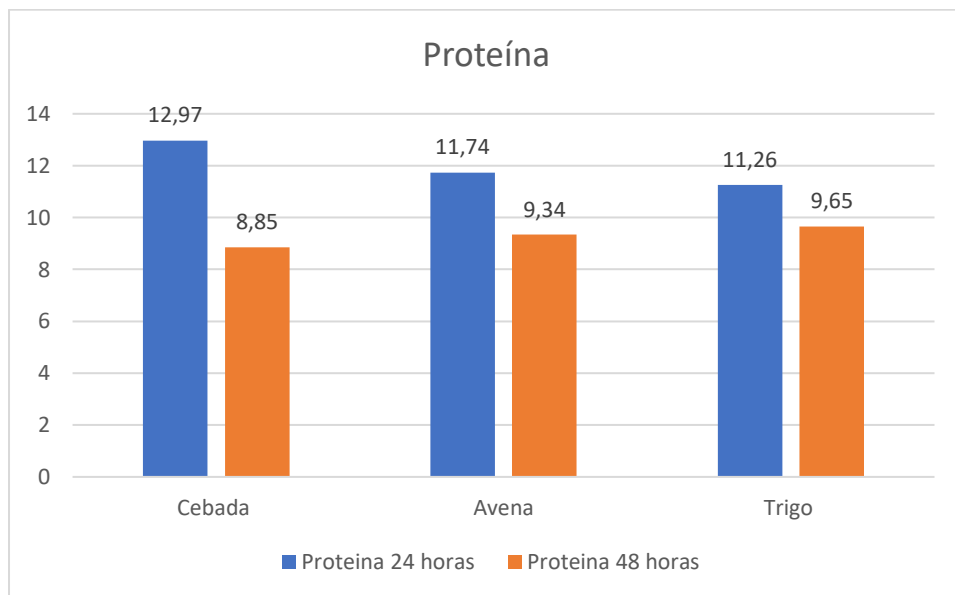


Figura 9 Proteína 24h vs 48h

Fuente *Elaborada por el autor*

Según lo expuesto en la Tabla 8, anterior se observó las diferencias entre las 24 horas y 48 horas ($P < 0,01$) con Error Estándar de 0,56, Cebada 48 horas diferente de Avena 24, de acuerdo a la figura 10.

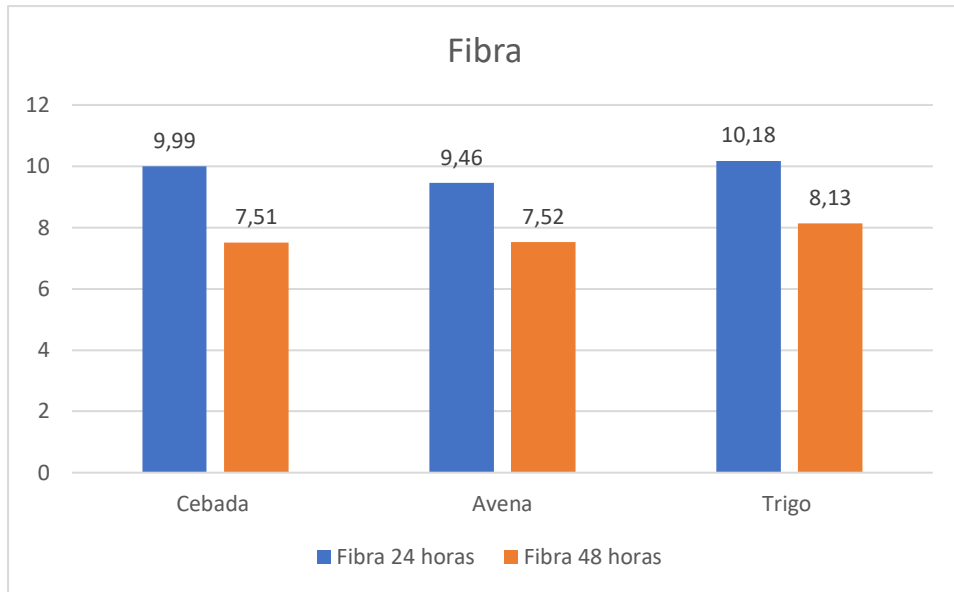


Figura 10 Fibra 24h vs 48h

Fuente *Elaborada por el autor*

XI. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que el rendimiento de masa forrajera del FVH de trigo obtuvo un peso de 3,200g, a diferencia de (Sánchez, Moreno, Contreras, & Morales, 2013) que uso una densidad para trigo de 4.7 kg con un provecho de 30.2 kg, donde (Morales, Jiménez, Burneo, & Capa, 2020) como resultado obtuvieron la producción de biomasa, el trigo FVH donde alcanzado 23,57 kg/m² de materia verde (MV). Según los resultados obtenida por (Romero, Córdova, & Hernández, 2009) fue de 3,8 kg de cebada de FVH por bandeja, a diferencia de lo que reporto en esta investigación donde presento el FVH de cebada un rendimiento de masa forrajera de 2,700 g.

En nuestra investigación como resultado del rendimiento de masa forrajera del FVH de avena se consiguió 2,600 g, a diferencia de lo reportado por (Cerrilo, y otros, 2012) donde avena, en relación calculada fue 1 kg en densidad para un rendimiento de 2,8kg, y según los resultados de (Morales, Jiménez, Burneo, & Capa, 2020) alcanzaron un rendimiento de 13 kg/m² de MV.

Según lo mencionado por lo mencionado por (Castillo, Lombardi, & Miranda, 2013) que aplicaron nutrientes desde la germinación en el FVH de cebada obtuvieron la mínima concentrada de materia seca y un alto valor de proteína bruta, sobrellevando a una superior producción de forraje verde, De acuerdo a los exámenes bromatológicos realizados en FVH de avena se obtuvo de materia seca 22,64 %, proteína 17,08%, fibra 17,24, a diferencia de los resultados de (Fuentes, Poblete, Huerta, & Palape, Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto, 2011) donde la avena como forraje verde hidropónico al día 10 fue el mejor tiempo de cosecha, caracterizado por presentar 36,86% materia seca, 14,79% proteína bruta, 18,77% fibra cruda y una mejor condición sanitaria de forraje. A diferencia de lo reportado por (Nuñez, Lozada, Rosero, Cruz, & Aragadvay, 2017) utilizaron FVH de avena empleando solución nutritiva con: nitritos, amonio, fosfato, potasio, calcio, magnesio, sulfatos consiguiendo como resultados un nivel de proteína 16,78 % y de fibra 22,51 %.

El FVH del trigo presentó materia seca 32,11 %, proteína 19,40 %, fibra 18,32, a diferencia de los resultados de (Herrera , y otros, 2010) al día 12 de la cosecha obtuvieron un 93,7 % de materia seca, 12,6 % de proteína cruda, 46,6 % de fibra. Según los datos que se obtuvo del FVH de la cebada indica materia seca de 22,79 %, proteína 14,75%, fibra 17,24 %, a diferencia de (Quispe, Paquiyauri, Ramos, Contreras, & Velis, 2016) donde el tratamiento testigo obtuvieron resultados de 16,22% materia seca, 14,18% proteína cruda, 16,95 fibra cruda donde a otro tratamiento le adicionaron azufre a niveles de 30 ppm/m² donde reportaron resultados de 15,99% materia seca, 12,04% proteína cruda, 27,40 % fibra cruda.

Referente a la ganancia de obtuvo como resultado al inicio no existió diferencia estadística, mientras que en la última semana los animales que consumieron FVH de trigo tuvieron mayor peso (903,77g.) que los que se alimentaron de FVH de avena (828,3g.); sin que existan diferencias estadísticas con FVH de la cebada (862,3g.). (Castillo, Lombardi, & Miranda , 2013) declaran que forraje hidropónico labrado con un medio nutritivo desde la germinación incitó en los cobayos un logro productivo parecido a algunos con nutrición convencional a merced de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), alfalfa y concentrado; y generó mayores beneficios económicos como resultado de la crianza.

Con respecto a la conversión alimenticia se obtuvo como resultado a la sexta semana el trigo 7,3 , la cebada 7,3 y la avena 6,3 a diferencia de los reportado por (Saavedra, 2018) manejo FVH de cebada utilizo la variedad de Grigñon donde presentó 4.38 de conversión alimenticia. Según el estudio reportado por (Fuentes , Poblete , & Huerta , 2011) emplearon a conejos FVH de avena como reemplazo parcial de concentrado comercial obtuvieron resultado un rango: consumo de materia seca promedio (59.17 - 104.73 g/día), ganancia de peso vivo promedio (16.35 - 29.10 g/animal por día), conversión alimenticia promedio (3.31 - 3.93 kg MS/kg PV), tiempo de peso vivo a sacrificio (53 - 91 días), peso vivo final (1430 - 2044 g/animal), peso de la canal (1235 - 1385 g/animal) y rendimiento de la canal (59.19 - 62.25%).

XII. CONCLUSIÓN

Los FVH de avena, cebada y trigos enriquecidos con microorganismos de montaña tuvieron una rápida germinación al cabo de 10 a 13 días, con un rendimiento de masa forrajera de 1,300 g a 3,500g en general siendo una alternativa viable para la eficacia en el aprovechamiento del espacio, ahorro del agua y período de realización e inocuidad.

Referente a la digestibilidad se obtuvieron óptimos resultados en los exámenes realizados a las 24 horas con altos niveles de proteína, fibra y materia seca para los FVH de avena, trigo y cebada respectivamente.

En el estudio de FVH de avena, cebada y trigo enriquecidos con microorganismos de montaña, como alimento suplementario en la dieta de cobayos en crecimiento en un periodo de 6 semanas arrojaron los resultados más favorables en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia en el tratamiento de FVH de trigo al ser el cultivo que presentó mejor adaptabilidad a los cambios climáticos y obtuvo mejores resultados en cuanto nutrientes a diferencia de los FVH de avena y cebada.

XIII. RECOMENDACIONES

Se plantea realizar diversos FVH con distintas clases de semillas para medir otros niveles bromatológicos en las plántulas.

Se sugiere realizar exámenes de digestibilidad en diferentes etapas del desarrollo de los cobayos.

Se propone investigar el beneficio de la dieta alimenticia con diferentes marcas de balanceados, de diversa elaboración, en cobayos en el período de crecimiento, que proporcionen obtener superiores resultados, especialmente en la ganancia en peso, conversión alimenticia.

XIV. BIBLIOGRAFIA

- FAO . (2006). *Forraje verde Hidroponico*. Obtenido de Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA: <http://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.htm>
- Albuja, V., Andrade, J., Lucano, C., & Rodriguez, M. (2021). Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. *Minerva*, 2(4), 45-54. doi:<https://doi.org/10.47460/minerva.v2i4.26>
- Arce, J. (2015). Cultivos hidropónicos y organopónicos: opciones para la producción de alimentos. Tesis. Universidad Earth. Obtenido de [Documento PDF]: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Documentos%202015/Cultivos%20hidrop%C3%B3nicos%20y%20organop%C3%B3nicos.pdf>
- Arias, R., Muro, M., Boccanera, M., Trigo, M., Boyezuk, D., & Cordiviola, C. (2019). Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruce criollas x Nubian. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 118(1), 133-140. doi:<https://doi.org/10.24215/16699513e013>
- Barraza, V. (2018). Uptake of Fe, Mn, Zn, Cu, and B in a cucumber (*Cucumis sativus* L.) crop. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 12(3), 611-620. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.8276>
- Beltrano, J., Gimenez, D., Ruscitti, M., Carbone, A., Andreau, R., Vasicek, A., . . . Garbi, M. (2015). *Cultivo en hidroponía* (1 ed.). Bueno Aires, Argentina: Universidad de la plata. Obtenido de Agrarias naturales.
- Benitez, E., Calderòn , E., Chamba, R., & Cordero , B. (2019). Evaluación de bloques nutricionales en la alimentación de cobayos (*Cavia porcellus*) en etapas de crecimiento y engorde. *J.Selva Andina Anim. Sci.*, 6(2). Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812019000200005&script=sci_arttext

- Benitez, E., Jumbo, J., & Jumbo, D. (2019). 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. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*, 17(9), 16-17. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7781991>
- Birgi, J., Gargaglione, V., & Utrilla, V. (2018). El forraje verde hidropónico como una alternativa productiva en Patagonia Sur: Productividad y calidad nutricional de dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare*). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 44(3), 316-323. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86458368004>
- Blanco, L., Colque, H., & Rosales, M. (2019). Producción de forraje verde hidropónico versus geopónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en ambientes controlados. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(2), 109-117. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592019000200005&lng=es&tlng=es.
- Blanco, P., & Martínez, M. (12 de Febrero de 2018). *La ciencia nos está enseñando los beneficios de nuestros microbios*. Obtenido de Universidad de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/02/12/la-ciencia-nos-esta-ensenando-los-beneficios-de-nuestros-microbios.html>
- Cabrera, & Rojas. (2016). Evaluación Productiva del forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 7-10. doi:<https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.7-10>
- Campo, A., Acosta, R., Morales, S., & Prado, F. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayan. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 12(1), 79-87. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a10.pdf>

- Cardona , J., Potillo, P., Carlosama, L., Vargas, J., Avellanada, Y., Burgos, W., & Patiño, R. (2020). *Importancia de la alimentación en el sistema productivo del cuy*. Mosquera, Colombia: Agrosavia.
- Castillo, w., Lombardi, C., & Miranda , C. (2013). Efectos de suministro de nutrientes en la producción de forraje de cebada hidropónico y su uso en el desempeño productivo de cuyes. *Pueblo de continente*, 24(2), 413-423. Obtenido de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/57>
- Cerrilo, M., Juárez, A., Rivera, J., Guerrero, M., Ramírez, R., & Bernal, H. (2012). Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidróponico de trigo y avena. *Interciencia*, 37(12). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925592007.pdf>
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. La molina, Perú: Food and Agriculture Organization.
- Cisneros, P., Aniano, H., Martínez, R., Gómez, A., Maldonado, M., & Ayala, M. (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(24), 247-253. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2375>
- Consejo nacional de investigación. (1995). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals* (Vol. 4). Washington: National Academies Press.
- Contreras, J., Tunque, M., & Cordero, A. (2015). Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *Rev Inv Vet Perú*, 26(1), 9-19. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10910>
- Criollo, R., Cuenca, M., & Herrera, R. (2019). Adición de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento productivo y calidad intestinal de los cobayos. *Rev. CES Med. Zootec*, 14(2), 18-29. doi:<http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.2ISSN 1900-9607>
- Fao. (s.f.). *Fao*. Obtenido de Nutrición y alimentación.

- Flores, I., Duarte, C., & Salgado, P. (2017). Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para la preparación de embutidos fermentados. *Ciencia y agricultura*, 1. doi:<https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086>
- Fuentes , F., Poblete , C., & Huerta , M. (2011). Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial. *Acta Agronomica*, 60(2), 183-189. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/27849
- Fuentes, F., Poblete, C., Huerta, M., & Palape, I. (2011). Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto. *Idesia*, 29(3), 75-81. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000300011>
- Gil, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Proccion animal*, 15(1), 216. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la07056>
- Google Maps. (2021). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Cat%C3%B3lica+Cuenca-Sede+Ricaurte/@-2.8559706,-78.9679947,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91cd175f8a31e989:0xd7558ffb373411a4!8m2!3d-2.855976!4d-78.965806?hl=es-419>
- Guevara, J., Hidalgo, V., & Valenzuela, J. (2014). Evaluación de dos niveles de vitamina c en la alimentación de cuyes. *Anales Científicos*, 75(2), 471-474. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v75i2.988>
- Haz. (26 de Octubre de 2015). Varios agricultores reciben asistencia técnica del magap para mejorar la cría de la especie. pág. 9.
- Herrera , E., Cerillo, M., Juárez, A., Murillo, M., Ríos , F., Reyes, O., & Bernal , H. (2010). Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energetico del forraj verde hidroponico del trigo. *Interciencia*, 35(4), 284-289. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33913156008.pdf>

- Jimenez, J. (2016). Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (*cavia porcellus*). (*Tesis de grado*). Universidad Nacional Jose Maria Arguedas, Andahuaylas, Peru. Obtenido de [Tesis de Grado]: Universidad Nacional José María Arguedas.
- Jiménez, R. (2007). Uso de insumos agrícolas locales en la alimentación de cuyes en valles interandinos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 15(1), 229-232. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la07059>
- Juárez, P., Morales, H., Sandoval, M., Gómez, A., Cruz, E., Juárez, C., . . . Ortiz, M. (2013). Produccion de forraje verde hidropónico. *Revista Nueva Época*, 4(13), 16-20. Obtenido de <http://dspace.uan.mx:8080/bitstream/123456789/2126/1/Produccion%20de%20forraje%20verde%20hidropónico.pdf>
- López, J. (2018). La producción hidropónica de cultivos. *Idesia*, 36(2), 139-141. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000801>
- López, R., Murrillo, B., & Rodriguez, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 34(2), 121-126. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200009&lng=es&tlng=es.
- Maldonado, R., Álvarez, E., Acevedo, D., & Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo*, 19(2), 211-223. doi:<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.10.053>
- Maldonado, R., Sánchez, E., Acevedo, D., & Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo*, 19(2), 211-223. doi:<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.10.053>
- Meza, Cabrera, R., Moràn, J., Meza, F., Cabrera, C., Meza, C., . . . Ortiz, J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras

- arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *IDESIA*, 32(3), 75-80. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>
- Morales, D., Jiménez, L., Burneo, J., & Capa, E. (2020). Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-16. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1386
- Moreta, M. (15 de Mayo de 2017). El cuy crece en la región central del Ecuador. *El Comercio*, págs. 1-2. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cuy-crece-region-central-economia.html>
- Núñez , O., Lozada, E., Rosero, M., Cruz, E., & Aragadvay, R. (2017). Evaluación de avena hidropónica (*Arrhenatherium elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde. *J.Selva Andina Anim. Sci*, 4(1), 59-71. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812017000100005&script=sci_arttext
- Olazábal, J., Camargo , R., García, M., & Morales, S. (2020). Deficiencia de vitamina C como causa de mortalidad y morbilidad en cuyes de crianza intensiva y su tratamiento. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(4), 1718-1723. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17147>
- Ordoñez, E., Idrogo, E., & Corrales, N. (2018). Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*. *Rev Inv Vet Perú*, 29(2). doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14477>
- Paredes, M., & Goicochea, E. (2021). Efecto de cinco dietas con diferentes proporciones de fibra detergente neutro y almidón en el rendimiento productivo, comportamiento ingestivo y peso de órganos digestivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(1). doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19495>
- Peña, M., Casierra, F., & Monsalve, O. (2014). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum*L.) en cascarilla de arroz mezclada con materiales

- minerales y orgánicos. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 7(2), 217-227. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2013v7i2.2236>
- Pertierra, R., Torres, C., & Balmaseda, C. (2019). nversión en sistemas hidropónicos: análisis comparativo demateriales, escalas y sistemas. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 6(2), 15-23. Obtenido de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/437/432>
- Quillupangui, S., Oñate, S., & Díaz, V. (30 de Abril de 2015). Los cultivos hidropónicos toman impulso en Cuenca. *El Comercio*, pág. 6.
- Quispe, A., Paquiyauri, Z., Ramos, Y., Contreras, J., & Velis, M. (2016). Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.). *Rev. investig. vet.*, 27(1), 31-38. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172016000100004
- Ramírez, C., & Soto, F. (2017). Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 79-91. doi:<https://dx.doi.org/10.15517/rac.v41i2.31301>
- Ramos, L., Guevara, A., & Villota, M. (2013). Evaluacion del comportamiento productivo de cuyes cavia porcellus alimentados con alimento balanceado y pasto Aubade Loliun s. y forraje de Abutilon. *Revista de investigación pecuaria. REVIP.*, 23- 31.
- Romero, M., Córdova, G., & Hernández, E. (2009). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. *Acta Universitaria*, 19(2), 11-19. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/416/41611810002.pdf>
- Saavedra, D. (2018). Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (*hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*cavia porcellus*) en recría. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú.

- Salas, L., Borroé, V., Ramírez, G., & Moncayo, M. (2018). Efecto de la adición de ácido ascórbico y té de composta en la producción y capacidad antioxidante de forraje hidropónico de maíz. *Nova scientia*, 10(20), 47-63. doi:<https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1168>.
- Salas, L., Preciado, P., Esparza, J., Alvarez, V., Palomo, A., Rodriguez, N., & Marquez, C. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 355-360. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792010000400007&script=sci_arttext
- Salazar, E. (2005). Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. *Revista ECAG*(32), 36-37. Obtenido de https://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2005/72.pdf
- Sánchez, F., Moreno, E., Contreras, E., & Morales, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. *Revista Chapingo*, 19(4), 35-43. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2013000400003&lng=es&tlng=es
- Sánchez, 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*). *La Calera*, 18(30), 7-13. Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/7733/7280>
- Santos, A., Gomez Da Silva, M., Boechat, L., Chagas, D., & Mendes, W. (2018). Agua salobre: una opción para la producción de Pimiento *annuum* hidropónicos en flujo laminar de nutrientes minerales. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 12(1), 147-155. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7446>
- Sulca, J. (2017). *Conversión alimenticia en cuyes blancos en la etapa de crecimiento con una tercera progenie de cruce genético de tipo absorbente*. Obtenido de [Tesis de

Grado]: Universidad Técnica de Cotopaxi:
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5314/6/PC-000243.pdf>

Universidad Católica de Cuenca. (2020). Obtenido de <https://www.ucacue.edu.ec/mapa-del-sitio/>

Urrestarazo, M. (2015). *Manual practico del cultivo sin suelo e hidroponia*. España: Mundi-prensa.

Vargas, C. (2008). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericanacunícola*, 2, 233-240. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf

Vicente, A; Salvador, I; Sagarra, N; Palasí, S. (2003). *Sistema agrario para cuyes (cavia porcellus)*. Obtenido de Portal Veterinaria: <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/16887/sistema-agrario-para-cuyes-cavia-porcellus.html>

Zagal, M., Martínez, S., Salgado, S., Escalera, F., Peña, B., & Carrillo, F. (2016). Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours. *Abanico Vterinario*, 6(1), 29-34. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es&tlng=es.

XV. ANEXOS

Anexo 1

Examen bromatológico de avena



"Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA N° 07632

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. María Belén Yari Lima

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

593 99 748 0150

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Forraje Verde Hidropónico de Avena

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	77,36	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA, (%)	22,64	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA, (%)	17,08	AOAC/kjeldahl
FIBRA, (%)	20,38	AOAC/Gravimétrico
GRASA, (%)	2,83	AOAC/Goldfish
CENIZA, (%)	3,24	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA, (%)	96,76	AOAC/Gravimétrico

Emitido en: Riobamba, el 10 de mayo de 2021

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Nueva 28 - 51 y 20ma Intersección
620000-1004


Ing. Lucía Silva D.
RESPONSABLE TECNICO

Activar-W
Ve a Configuración

Fuente: Autor

Anexo 2

Examen bromatológico de trigo



"Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA N° 07633

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. María Belén Yari Lima

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Forraje Verde Hidropónico de trigo

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	67,89	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA, (%)	32,11	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA, (%)	19,40	AOAC/kjeldahl
FIBRA, (%)	18,32	AOAC/Gravimétrico
GRASA, (%)	2,71	AOAC/Goldfish
CENIZA, (%)	3,82	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA, (%)	96,18	AOAC/Gravimétrico

Emitido en: Riobamba, el 10 de mayo de 2021



SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Cuenca - Píscara 2011

Ing. Lucía Silva D.
RESPONSABLE TECNICO

Fuente: Autor

Anexo 3

Examen bromatológico de cebada



"Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA N° 07634

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. María Belén Yari Lima.

Domicilio / Address

San Fernando Azuay

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Forraje Verde Hidropónico de cebada

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológicos

PARAMETRO	RESULTADO(PS)	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL, (%)	77,21	AOAC/Gravimétrico
MATERIA SECA, (%)	22,79	AOAC/Gravimétrico
PROTEINA, (%)	14,75	AOAC/kjeldahl
FIBRA, (%)	17,24	AOAC/Gravimétrico
GRASA, (%)	4,21	AOAC/Goldfish
CENIZA, (%)	2,46	AOAC/Gravimétrico
MATERIA ORGANICA, (%)	97,54	AOAC/Gravimétrico

Emitido en: Riobamba, el 10 de mayo de 2021



Ing. Lucía Silva D.
RESPONSABLE TECNICO

Fuente: autor

Anexo 4

Examen de digestibilidad 24 horas



"Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. María Belén Yari Lima

Domicilio / Address Teléfonos / Telephones

Cuenca 593 99 748 0150

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Heces cuyes

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológicos

Descripción	Codigo	Humedad, %	Mat. Seca, %	Proteína, %	Fibra, %
		AOAC/Gravimétrico	Calculo	AOAC/kjeldahl	AOAC/Gravimétrico
Heces Cuy T1R1	Rhe - 7730	38,29	61,71	13,84	9,64
Heces Cuy T1R2	Rhe - 7731	38,49	61,51	12,63	10,23
Heces Cuy T1R3	Rhe - 7732	41,58	58,42	12,43	10,11
Heces Cuy T2R1	Rhe - 7733	34,29	65,71	10,87	10,18
Heces Cuy T2R2	Rhe - 7734	33,18	66,82	11,88	9,92
Heces Cuy T2R3	Rhe - 7735	36,71	63,29	12,46	10,45
Heces Cuy T3R1	Rhe - 7736	41,13	58,87	12,87	9,72
Heces Cuy T3R2	Rhe - 7737	30,13	69,87	10,59	9,95
Heces Cuy T3R3	Rhe - 7738	36,30	63,7	10,33	8,72

Emitido en: Riobamba, el 17 de junio de 2021

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropesuarios
Calle Pizarro 18 - 2do piso
060100-100


Ing. Lucía Silva D.
RESPONSABLE TECNICO

Activar
Ve a Confi

Fuente: autor

Anexo 5

Examen de digestibilidad 48 horas



"Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Srta. Maria Belén Yari Lima

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

593 99 748 0150

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Heces cuyes

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Bromatológicos

Descripción	Codigo	Humedad, %	Materia Seca ,	Proteína, %	Fibra, %
		AOAC/Gravimétrico	% AOAC/Gravimétrico	AOAC/kjeldahl	AOAC/Gravimétrico
Heces Cuy T1R1	Rhe - 7778	54,67	45,33	8,15	5,67
Heces Cuy T1R2	Rhe - 7779	48,21	51,79	10,34	8,37
Heces Cuy T1R3	Rhe - 7780	49,97	50,03	10,46	8,50
Heces Cuy T2R1	Rhe - 7781	55,93	44,07	9,16	8,58
Heces Cuy T2R2	Rhe - 7782	54,34	45,66	8,39	7,00
Heces Cuy T2R3	Rhe - 7783	50,06	49,94	10,50	8,81
Heces Cuy T3R1	Rhe - 7784	50,35	49,65	8,53	6,44
Heces Cuy T3R2	Rhe - 7785	54,39	45,61	9,46	8,89
Heces Cuy T3R3	Rhe - 7786	57,43	42,57	8,56	7,22

Emitido en: Riobamba, el 1 de julio de 2021




Ing. Lucia Silva D.
RESPONSABLE TECNICO

Fuente: autor

Anexo 6

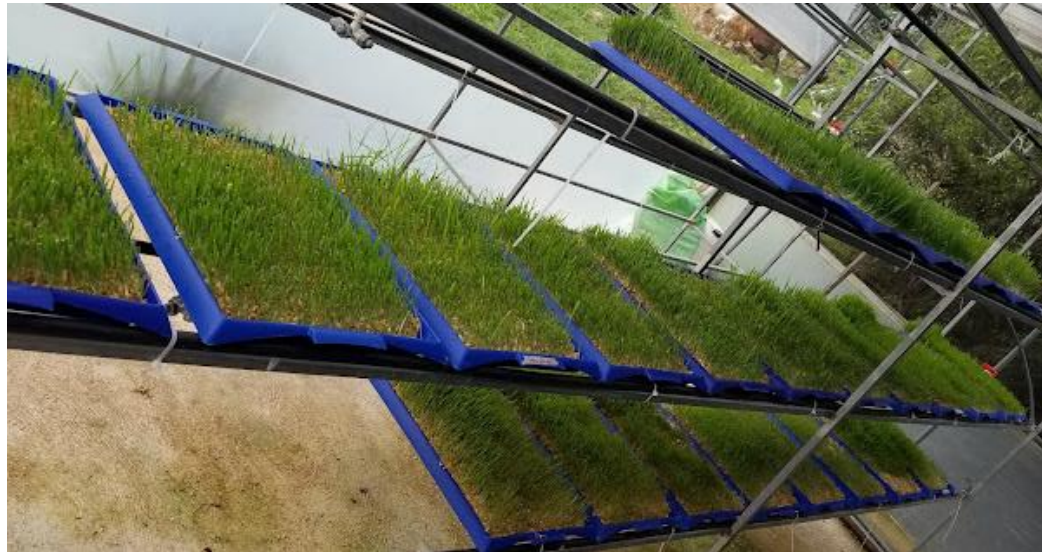
Limpieza de pozas



Fuente: autor

Anexo 7

Producción de los FVH



Fuente: autor

Anexo 8

Alimentación de cobayos



Fuente: autor

Anexo 9

Toma de muestras



Fuente: autor

Anexo 10

Autorización de publicación en el repositorio institucional

María Belén Yari Lima portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0106449663**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “ **Evaluación de la densimetría de esponjas artesanales con acetato de medroxiprogesterona y su impacto en la eficiencia reproductiva en cabras** ” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **18 de noviembre de 2021**

F:


María Belén Yari Lima

C.I. 0106716219