



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES
ESPECIES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN COBAYOS DE
ENGORDE”**

Proyecto de Investigación, previo a la Obtención del Título de Médica Veterinaria
Zootecnista, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de
Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Medicina
Veterinaria y Zootecnia.

AUTORA:

CRUZ SILVANA CÓRDOVA SAILEMA

DIRECTORA:

Méd. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA. Mg.

GUARANDA – ECUADOR

2022

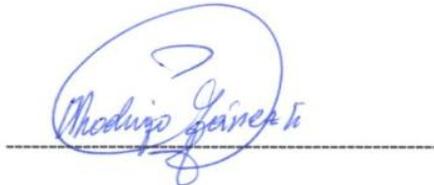
**EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES ESPECIES
DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN COBAYOS DE ENGORDE**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL:



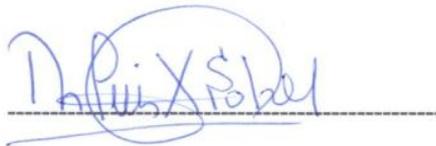
Méd. ALEJANDRA ELIZABETH BARRIONUEVO MAYORGA. Mg.

DIRECTORA



Ing. Agr. ÁNGEL RODRIGO YÁNEZ GARCÍA. Mg.

ÁREA DE BIOMETRÍA



Dr. LUIS XAVIER SALAS MUJICA. MSc.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.



Yo, Córdova Sailema Cruz Silvana, autora, declaro que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas del autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

CÓRDOVA SAILEMA CRUZ SILVANA.

CI. 020250876-8

Méd. ALEJANDRA ELIZABETH BARRIONUEVO MAYORGA. Mg.

CI. 180415608-9

DIRECTORA

Ing. Agr. ÁNGEL RODRIGO YÁNEZ GARCÍA. Mg.

CI. 020050222-7

ÁREA DE BIOMETRÍA

Dr. LUIS XAVIER SALAS MUJICA. MSc.

CI. 080123936-9

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

...FIO


ESCRITURA N° 20220201003P00552

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

CÓRDOVA SAILEMA CRUZ SILVANA

INDETERMINADA

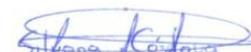
DI: 2 COPIAS

H.R.

Factura: 001-006-000000948



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día treinta de Marzo del dos mil veintidós, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparece la señorita CÓRDOVA SAILEMA CRUZ SILVANA soltera, de ocupación estudiante por sus propios derechos, celular (0988704717), domiciliada en la Ciudad de San Miguel Provincia Bolívar y de paso por este lugar obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertida de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifestó que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES ESPECIES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN COBAYOS DE ENGORDE ”**, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, previo a la obtención del título en Médica Veterinaria Zootecnista en la Universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquello se incorpora el protocolo en esta notaria y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.


CÓRDOVA SAILEMA CRUZ SILVANA

C.C. 020250876-8


AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



URKUND

Documento [tesis marzo validado 2022.docx](#) (D131571142)

Presentado 2022-03-25 12:11 (-05:00)

Presentado por Abarrionuevo@barrionuevo@ueb.edu.ec

Recibido abarrionuevo.ueb@analysis.urkund.com

8% de estas 49 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	https://library.co/document/y9gk2y=hidropnico-forrajes-alimentacion-porcetu...
	TESINA PARA EL PROCEDIMIENTO DEL URKUND SR YANCHALQUIN JORGE-2021.docx
	CUYES PROYECTO.docx
	http://dipaco.espechb.edu.ec/bitstream/123456789/5386/1/IT1416.pdf
	RONALDO SALAMEA.docx

1 Advertencias. Reiniciar. Compartir.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TEMA: EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES ESPECIES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN COBAYOS DE ENGORDE

Proyecto de Investigación, previo a la Obtención del Título de Médica Veterinaria Zootecnista, Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

AUTORA: CRUZ SILVANA CORDOVA SALEMA DIRECTORA: MEd. ALEJANDRA BARRIONUEVO MAYORGA, MEd. GUARANDA - ECUADOR 2022 EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE TRES ESPECIES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN COBAYOS DE ENGORDE

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

..... Méd. ALEJANDRA ELIZABETH BARRIONUEVO MAYORGA, Mg.

DIRECTORA

..... Ing. Agr. ANGEL RODRIGO YÁNEZ GARCÍA, Mg. ÁREA DE



1804/16009

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows.

DEDICATORIA

“Un sueño no se hace realidad por arte de magia; necesita sudor, determinación y trabajo duro”. Colin Powell

En primer lugar a Dios, la Virgen Santísima; al Divino Niño Jesús y al Arcángel San Miguel por cuidarme siempre darme fuerza, valor, dedicación; lo más importante por tenerme con salud para poder culminar esta etapa de mi vida.

Con todo el amor a mi abuelito Ricardo y a mi hermanito Ricardo Daniel, que aunque ya no estén en éste mundo terrenal; ellos fueron mi motor muy importante en mi vida, y sé que desde el cielo ellos se sienten orgullosos de mí. ¡Lo logré mis bellos ángeles, lo logré!

Con respeto, amor y admiración a mis padres Ulbio y Margoth por ser el ejemplo más grande de sacrificio, constancia y esfuerzo, por enseñarme que luchar es de valientes y nunca darse por vencidos; por todos aquellos consejos y palabras de aliento cuando decaía, gracias por la confianza, por el amor y el apoyo en cada etapa de mi vida, este logro no solo es mío, también es de Uds.; se lo merecen.

A mi hermano Luis y a mi abuelita Maura por todo su apoyo incondicional que me brindaron, por todos los consejos y por esas palabras de aliento para seguir luchando por mis objetivos. ¡Dios les bendiga siempre!

A toda mi familia por haber contribuido de una u otra forma para poder lograr este objetivo.

Y los que no pueden faltar, mis mascotas Peluche, Chiquitín, Shisuka, Negrita, Michu y Yack, son parte fundamental en mi vida, seres maravillosos que me han brindado su amor y compañía incondicional. Mis pequeños traviesos éste triunfo es para Uds. también.

Cruz Silvana Córdova Sailema

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios por concederme la vida, por ser mi protector, darme sabiduría, por no dejarme caer ante las adversidades que se me ha presentado en la vida y sobre todo por darme salud para poder culminar esta etapa importante de mi carrera profesional.

A mi familia por todo su apoyo, esfuerzo, comprensión y sobre todo por ser ese motor para no decaer en los momentos que todo parecía imposible; por todas sus palabras de aliento que me hacían sentir orgullosa y capaz de seguir luchando por mí objetivo.

A mi alma máter “Universidad Estatal de Bolívar” la cual me abrió sus puertas para poder cumplir una anhelada meta de mi vida. Agradezco a mi querida Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente; Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y a cada uno de los Docentes quienes impartieron sus conocimientos transmitidos y valores inculcados a formarme como mejor persona y profesional.

De manera muy especial hago énfasis mis agradecimientos a los miembros de mi tribunal: a mí Directora Dra. Alejandra Barrionuevo, Área de Biometría Ing. Rodrigo Yáñez, Área de Redacción Técnica Dr. Luis Salas. Agradecer a profesionales que me supieron brindar una mano amiga, que depositaron en mí un voto de confianza y sobre todo una amistad; que gracias a sus conocimientos hoy puedo estar dichosa y contenta de haber logrado mi más anhelado sueño de convertirme en una profesional.

Y como no agradecer a todas mis amistades que siempre me apoyaron y aconsejaron siempre tendrán un lugar muy especial en mi corazón; eternamente agradecida con todos.

Cruz Silvana Córdova Sailema

3.3.4. Minerales.....	15
3.3.5.	
Vitaminas.....	15
3.3.6. Agua.....	16
3.4. DIGESTIBILIDAD.....	17
3.4.1.	
Fundamentos.....	17
3.4.2. Factores que afectan la digestibilidad.....	19
3.5. CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	20
3.5.1. Generalidades.....	20
3.5.2. Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico.....	20
3.5.3. Metodología para la producción de forraje verde hidropónico.....	21
3.5.4. Contenido nutritivo del forraje verde hidropónico.....	25
3.5.5. Ventajas del forraje verde hidropónico.....	25
3.5.6. Desventajas del forraje verde hidropónico.....	27
3.5.7. Características del forraje verde hidropónico.....	27
3.5.8. El forraje verde hidropónico en la alimentación animal.....	27
3.5.9. Uso del forraje verde hidropónico.....	29
3.5.10. Los forrajes verdes hidropónicos en la investigación.....	31
3.5.11. Ganancia de peso con forraje verde hidropónico.....	32

3.6. ESPECIES A CULTIVAR.....	33
3.6.1. Cebada (A. <i>Hordeum</i>	
<i>vulgare</i>).....	33
3.6.2. Maíz forrajero (<i>Zea mays</i>	
<i>L.</i>).....	33
3.6.3. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>	
<i>L.</i>).....	33
IV. MARCO METODOLÓGICO.....	35
4.1. Materiales.....	35
4.1.1. Ubicación de la	
investigación.....	35
4.1.2. Localización de la	
investigación.....	35
4.1.3. Situación geográfica y	
climática.....	35
4.1.4. Zona de	
vida.....	36
4.1.5. Materiales y equipos.....	36
4.1.5.1. Material	
experimental.....	36
4.1.5.2. Material de	
campo.....	36
4.1.5.3. Instalación.....	36
4.1.5.4. Material de	
oficina.....	37
4.2. MÉTODOS.....	37
4.2.1. Método de	
campo.....	37
4.2.2. Factor de	
estudio.....	38
4.2.3. Tratamientos.....	38
4.2.4. Esquema.....	39

4.2.5.	Tipo de diseño experimental o estadístico.....	39	
4.2.6.	Procedimiento de la investigación.....	39	
4.2.7.	Tipo de análisis.....	39	
4.2.8.	Medición experimental.....	40	
4.2.9.	Variables evaluadas y datos tomados.....	40	
4.2.10.	Procedimiento de la investigación.....	42	
V.	RESULTADOS		Y
	DISCUSIÓN.....	46	
5.1.	PESO.....	46	
5.1.1.	Peso inicial (g).....	46	
5.1.2.	Peso 15 días (g).....	48	
5.1.3.	Peso 30 días (g).....	49	
5.1.4.	Peso 45 días (g).....	50	
5.1.5.	Peso final (g).....	52	
5.2.	GANANCIA DE PESO.....	53	
5.2.1.	Ganancia 15 días (g).....	53	
5.2.2.	Ganancia 30 días (g).....	55	
5.2.3.	Ganancia 45 días (g).....	56	
5.2.4.	Ganancia final (g).....	56	
5.2.5.	Ganancia de peso de los cobayos desde el inicio hasta la finalización del		

proyecto	de	investigación
(g).....		57
5.3.	CONSUMO TOTAL DE	ALIMENTO
(g).....		59
5.4.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	60
5.5.	MORTALIDAD (%).....	62
5.6.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL FORRAJE VERDE	
	HIDROPÓNICO Y LA CAÑA DE	
	MAIZ.....	63
5.7.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS HECES DE LOS	
	COBAYOS.....	66
5.8.	DIGESTIBILIDAD	
	VERDADERA.....	68
5.9.	ANÁLISIS	
	ECONÓMICO.....	70
VI.	COMPROBACIÓN	DE
	HIPÓTESIS.....	72
VII.	CONCLUSIONES	Y
	RECOMENDACIONES.....	73
7.1.		
	Conclusiones.....	73
7.2.	Recomendaciones.....	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	PÁG.
1. Clasificación taxonómica.....	5
2. Calidad nutritiva de la carne de cuy comparada con otras especies.....	7
3. Rendimiento de carcasa de cuy.....	7
4. Constantes fisiológicas del cuy.....	8
5. Valores biológicos del cuy.....	9
6. Requerimiento nutritivo.....	14
7. Requerimientos nutritivos del cuy según la etapa reproductiva.....	16
8. Resultados de la prueba de Duncan en la variable. Peso.....	46
9. Resultados de ADEVA. Peso inicial.....	46
10. Resultados de ADEVA. Peso días.....	15 48
11. Resultados de ADEVA. Peso días.....	30 49
12. Resultados de ADEVA. Peso días.....	45 50
13. Resultados de ADEVA. Peso final.....	52
14. Resultado prueba de Duncan en la variable. Ganancia de peso.....	53
15. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso días.....	15 53
16. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso días.....	30 55
17. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso	45

días.....	56
18. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso final.....	57
19. Resultado de la prueba de Duncan en la variable. Ganancia de peso total...	57
20. Resultado de ADEVA. Ganancia de peso total.....	57
21. Resultado prueba de Duncan en la variable. Consumo total de alimento.....	59
22. Resultados de ADEVA. Consumo total de alimento.....	59
23. Resultado prueba de Duncan en la variable. Conversión alimenticia.....	60
24. Resultados de ADEVA. Conversión alimenticia.....	60
25. Resultado prueba de Duncan en la variable. Mortalidad.....	62
26. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad en el forraje verde hidropónico y la caña de maíz.....	63
27. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad excretada en las heces.....	66
28. Determinación de la digestibilidad verdadera de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad asimilada en el intestino de los cobayos.....	68
29. Análisis económico de presupuesto parcial (AEPP).....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	PÁG.
1. Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	4
2. Aparato digestivo del cuy.....	11
3. Peso inicial (g).....	47
4. Peso 15 días (g).....	48
5. Peso 30 días (g).....	49
6. Peso 45 días (g).....	51
7. Peso final (g).....	52
8. Ganancia de peso 15 días (g).....	54
9. Ganancia de peso 30 días (g).....	55
10. Ganancia de peso 45 días (g).....	56
11. Ganancia de peso final (g).....	57
12. Ganancia de peso total (g).....	58
13. Consumo total de alimento (g).....	59
14. Conversión alimenticia.....	61
15. Porcentaje promedio de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad en el forraje verde hidropónico y la caña de maíz.....	64
16. Porcentaje promedio de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad excretada en heces de los cobayos.....	67
17. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad asimilada en el intestino de los	

ESUMEN Y SUMMARY

RESUMEN

En el cantón Guaranda a 2800 msnm, la evaluación de la digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde. Se aplicó un modelo estadístico de varianza (ADEVA: DBCA); prueba de separación de medias según Duncan al 0.05. En la investigación se evaluaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 48 unidades experimentales. Los objetivos planteados fueron: 1) Conocer el efecto del forraje verde hidropónico de cebada, maíz forrajero y trigo sobre los parámetros productivos de los cobayos de engorde. 2) Determinar la especie de forraje verde hidropónico de más alto rendimiento. 3) Realizar el análisis económico de los resultados mediante el cálculo de la relación beneficio/costo. Las variables experimentales y resultados fueron: Peso inicial T4 promedio 712.92 g/animal; Ganancia de peso final T2 promedio 812.75 g/animal; Consumo de alimento total 7429.23 g/lote; Peso final T2 promedio 1502.83 g/animal; Conversión alimenticia T2 con 2.46; Mortalidad 0.0%/lote; Beneficio/costo T2 con \$ 1.10. Finalmente los resultados de esta investigación, nos permite deducir que los componentes más importantes fueron los factores genéticos, nutricionales, manejo e inmunidad que influenciaron en la producción y bienestar animal.

Palabras claves:

Cobayos, digestibilidad, forraje verde hidropónico.

SUMMARY

In the canton Guaranda located at 2800 meters above sea level, the evaluation of the in vivo digestibility of three species of hydroponic green forage in fattening guinea pigs. A statistical variance model (ADEVA: DBCA) was applied; mean separation test according to Duncan at 0.05. In the investigation, 4 treatments and 3 repetitions were evaluated, with a total of 48 experimental units. The proposed objectives were: 1) To know the effect of hydroponic green forage of barley, fodder corn and wheat on the productive parameters of fattening guinea pigs. 2) Determine the highest yielding hydroponic green forage species. 3) Carry out the economic analysis of the results by calculating the benefit/cost ratio. The experimental variables and results were: Average initial T4 weight 712.92 g/animal; Final weight average T2 812.75 g/animal; Total food consumption 7429.23 g/lot; Average T2 final weight 1502.83 g/animal; Food conversion T2 with 2.46; Mortality 0.0%/lot; Benefit/cost T2 with \$1.10. Finally, the results of this research allow us to deduce that the most important components were genetic, nutritional, management and immunity factors that influenced animal production and welfare.

Key words:

Guinea pigs, digestibility, hydroponic green forage

I. INTRODUCCIÓN

La producción animal realizada de manera tradicional cada día resulta menos rentable y obliga a los productores a buscar alternativas para reducir costos. Actualmente, se requiere de la utilización eficiente de todos los factores que la afectan, entre ellos; la nutrición animal, que es una de las claves del éxito de una explotación pecuaria.

El forraje verde hidropónico, es una tecnología de producción de biomasa vegetal, que permite evadir las limitantes naturales encontradas en zonas áridas para el cultivo convencional de forrajes destinada a la alimentación animal, posee el valor nutricional adecuado para ser utilizado como suplemento alimenticio en épocas de escasez que consiste en la germinación de granos (*semillas de cereales o de leguminosas*) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (*luz, temperatura y humedad*) en ausencia del suelo.

Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros ha sido el maíz, por su elevado valor nutritivo y altos rendimientos lo cual permite que, en diversos medios de producción hidropónicos, se generen elevados y constantes volúmenes de forraje verde hidropónico de maíz, produciendo alimento a la mitad del costo convencional de forrajes cultivados a campo abierto.

El forraje producido por este método hidropónico es un pienso vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal con excelente palatabilidad. Es evidente que la producción de forraje verde hidropónico es una alternativa de producción sostenible para la nutrición animal que figura la digestibilidad, disminución de alteraciones digestivas, una menor incidencia de enfermedades y aumento de la fertilidad.

El forraje producido por este método hidropónico es un pienso vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal con excelente palatabilidad. Ofrece una producción sostenible de forraje durante todo

el año y conserva agua, requiere mínima mano de obra para su producción y no se utilizan pesticidas.

Es evidente que la producción de forraje verde hidropónico es una alternativa de producción sostenible para la nutrición animal que figura la digestibilidad que mide el aprovechamiento del alimento que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición, disminución de alteraciones digestivas, una menor incidencia de enfermedades y aumento de la fertilidad.

Bajo consideraciones suscritas, desde el punto de vista productivo, argumenta la conducción de la investigación que tuvo como primicia despejar incógnitas de estudios en la producción cunícola; determinando la evaluación de la digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Conocer el efecto del forraje verde hidropónico de cebada, maíz forrajero y trigo sobre los parámetros productivos de los cobayos de engorde.
- Determinar la especie de forraje verde hidropónico de más alto rendimiento.
- Realizar el análisis económico de los resultados mediante el cálculo de la relación beneficio/costo.

II. PROBLEMA

En zonas rurales de la provincia de Bolívar, la crianza del cuy constituye la principal actividad que sustenta la economía de los productores y sus familias. Sin embargo, esta actividad, por lo general, se realiza en condiciones precarias, 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, tiempo más prolongado al sacrificio y provocando pérdidas económicas en el rendimiento animal, ligado a la escasez de alimento durante determinadas épocas lo que llega a influenciar negativamente en el desarrollo normal del cuy.

Por otra parte, la limitada superficie con que cuenta el productor, 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.

Para remediar este inconveniente, la técnica de producción de forraje verde hidropónico representa un método alternativo viable poco convencional, muy significativo que permite la producción de biomasa vegetal derivada a partir del desarrollo inicial de las plantas en las etapas de germinación y crecimiento anticipado de plántulas a partir de semillas factibles, para obtener forrajes de buena calidad nutricional durante todo el año.

Esta investigación pretende proponer que el cultivo de forraje verde hidropónico es una alternativa de producción forrajera para el alimento animal de bajo costo y de excelente calidad. Con estos antecedentes, lo expuesto, se considera la importancia de este estudio; considerando pertinente y necesario la evaluación de la digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos, que permitió identificar y analizar los factores de riesgo para luego proponer alternativas posibles de solución.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. CUY (*Cavia porcellus*) GENERALIDADES

El cuy o cobayo es un mamífero roedor, originario de la zona alta Andina del Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela y Bolivia. Constituye un producto alimenticio, de excelente calidad, de alto valor biológico, elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa en comparación con otras especies animales; contribuye una seguridad alimentaria a la población rural de escasos recursos (*Quispe M. , 2015*).

Una de las razones del estudio de la explotación de cuyes, constituye la necesidad de contribuir con la producción de carne a partir de una especie herbívora, de ciclo reproductivo corto, de fácil adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación consiste en insumos no competitivos con la alimentación de otras especies animales.

Los cobayos nacen con los ojos abiertos, cubiertos de pelos, caminan y comen a poco tiempo de nacidos; a la semana de edad ya duplican su peso debido a que la leche de las hembras es nutritiva, siendo así el peso al nacimiento dependiendo de la nutrición y el número de camada (*Aliaga, L., 2016*).

Gráfico N° 1. Cuy (Cavia porcellus)



Fuente: (Aliaga L. , 2015).

3.1.1. Escala zoológica

Es importante conocer la clasificación zoológica de un animal, para establecer las relaciones con especies similares, revelando su ascendencia o procedencia biológica. (Coronado, 2017).

El cuy dentro de la escala zoológica se ubica de la siguiente manera:

Cuadro N°1. Clasificación taxonómica

Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Mamífero
Subclase	Placentarios
Orden	Roedores
Suborden	Hystricomorfos
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus

Fuente: (Costales, 2015).

3.1.2. La Cavicultura

La cavicultura, es la rama de la Zootecnia que estudia el manejo técnico de los cuyes para obtener el máximo rendimiento en menor tiempo y costo posible. También se encarga de proponer y aplicar todas las técnicas con el fin de obtener cuyes mejorados. La explotación de cuyes es una buena alternativa para la producción de carne con alta proteína y excelente valor biológico, ya que su producción no es muy costosa, proporciona una exquisita carne y genera ingresos económicos favorables a los productores (Yáñez, 2018).

3.1.3. Importancia de la crianza del cuy

De la crianza del cuy nos proporciona lo siguiente:

Carne: Con un alto valor nutritivo, superior a la de las otras especies animales, tiene una gran cantidad de proteínas y bajo contenido de grasas, además se puede disponer de carne en corto plazo. La carne del cuy es importante en la alimentación de niños con desnutrición y anemia; las familias que consumen cuy son menos propensas a sufrir enfermedades. El cuy es un animal que convierte el pasto que consume en carne de manera más eficiente en comparación con otros animales, es decir que produce más proteína por cada kilo de materia seca que consume.

Ingresos económicos: La venta de cuyes permite ingresos económicos adicionales a la familia los pueden vender cuando tengan necesidades urgentes.

Abono orgánico: El estiércol de cuy puede ser utilizado para preparar compost, humus de lombriz o biol. Cuando aplicamos estos abonos al suelo, aumenta su contenido orgánico, incrementa el contenido de micronutrientes, retiene más agua y mejora la producción de los cultivos.

La crianza del cuy está orientada para el autoconsumo, seguridad alimentaria, para generar ingresos adicionales por la venta y permite generar mayor oportunidad de mano de obra, principalmente a las mujeres (*Chauca F. , 2015*).

3.1.4. Características de la carne de cuy

La carne de cuy se caracteriza por su alto valor nutritivo, alto contenido de proteína y hierro, poca cantidad de sodio y grasa. Además de su alta digestibilidad en comparación con las carnes de otras especies animales; tiene una buena aceptación de consumo por su suavidad y exquisito sabor (*Cruz, 2018*).

Cuadro N° 2. Calidad nutritiva de la carne de cuy comparada con otras especies

Especie	Proteínas gramos	Grasa gramos	Energía kilocalorías	Hierro miligramos
Cuy	20.02	7.80	96	1.90
Conejo	20.04	8.00	159	2.40
Pollo	18.20	10.20	170	1.50
Vacuno	18.70	18.20	244	3.00
Caprino	18.70	9.40	165	2.00
Porcino	12.40	35.80	376	1.30
Ovino	18.20	19.40	253	2.50

Fuente: (Cruz, 2018).

3.1.5. Rendimiento de carcasa

Se refiere a la relación de la cantidad de carne en relación al peso vivo a la edad de beneficio, expresado en porcentaje (Moreno, 2017).

Cuadro N° 3. Rendimiento de carcasa de cuy

Componentes	Rendimiento %
Carcasa	69.70
Vísceras	22.71
Pelos	3.65
sangre	3.94

Fuente: (Moreno, 2017).

3.1.6. Constantes fisiológicas

Las constantes fisiológicas representan los mecanismos fisiológicos del organismo para mantener el equilibrio del medio interno, son parámetros que determinan la homeostasis de un ser vivo para así determinar el grado de enfermedad o salud presente en los animales. Cabe resaltar las variables de estas constantes que son cuantitativas-cualitativas (signos y síntomas) así como del medio en el que habitan, existen valores de normalidad pero también las características importantes que debemos tomar en cuenta son el sexo, peso, clima, alimentación que pueden afectar o modificar el resultado de alguna constante (*Guevara, 2015*).

Cuadro N°4. Constantes fisiológicas del cuy

Peso corporal	Machos 1000g - 1800g Hembras 700g -1000g
Temperatura corporal	37.4°C a 39.5°C
Temperatura rectal	37°C a 38.5°C
Frecuencia respiratoria	94 - 127 /minutos
Frecuencia cardiaca	230 – 380 latidos /minuto límites 260 – 400
Fórmula dentaria	I 1/1 C 0/0 PM 1/1 M3/3
Esperanza de vida, vida media	4 - 8 años
Vida reproductiva	2 años
Vida productiva	18 meses conveniente, 4 años probable
Número de cromosomas	64
Ciclo estral	16 días
Edad madurez sexual	Macho 60 días Hembra 28 – 35 días
Edad de reproducción	Macho 3 – 4 meses Hembra 4 – 5 meses
Ovulación múltiple	En cada ciclo ibera varios óvulos,
Duración del celo	8 – 9 horas
Gestación	68 días
Tamaño de la camada	2 – 5 crías con peso al nacimiento 50g -100g
Edad al destete	14 – 18 días (180 g)
Fertilidad	80 % – 90 %
Materia real excretada	40 g/día - 50 g/día
pH sanguíneo	7.35
Volumen sanguíneo ml/kg PC	753
Hemoglobina (g 100ml)	4.4 – 5.4
Eritrocitos (millones m.m)	12.4 – 15
Hematocritos %	39 – 47.6
Leucocitos (millones m.m)	4.46 – 10

Caracteres sexuales	Distancia anogenital en macho mayor, pene extraíble a la presión en zona prepucial, testículos grandes debido a cuerpo graso, apertura anogenital la hembra con forma de Y
----------------------------	--

Fuente: (Guevara, 2015).

Cuadro N°5. Valores biológicos del cuy

Humedad	70.60%
Ceniza cruda	3.00%
Proteína cruda	20.30%
Extracto etéreo	7.80%
Fibra cruda	1.00%
Extractos no nitrogenados	1.5%
Calcio	1.00%
Fosforo	0.50%
Energía bruta	1250.00 Kcal/Kg

Fuente: (Huamanñahui, 2013).

3.1.7. Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva del cuy

El cuy está clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación postgástrica junto con el conejo y la rata, su comportamiento nutricional se asemeja de adulto más a un poligástrico con procesos de fermentación mixta y capacidad degradadora de celulosa, que a un monogástrico estricto, es decir, el cuy es considerado como una especie herbívora monogástrica, que posee un estomago simple por donde pasa rápidamente la ingesta, ocurriendo allí y en el intestino delgado la absorción de aminoácidos, azúcares, grasas, vitaminas y algunos minerales en un lapso de 2 horas, tiempo menor al detectado en conejos; por lo que se infiere que el cuy digiere proteínas y lípidos 4 a 19% menos que el conejo (*Costales, 2015*).

Sin embargo el pasaje del bolo alimenticio por el ciego es más lento, pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas; de la acción de este órgano depende la composición de la ración, además se sabe que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes; siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. El ciego es un órgano grande que constituye cerca del 15% del peso total del aparato digestivo es el sitio principal de la digestión microbiana en el intestino grueso de roedores y lagomorfos; el movimiento retrógrado del contenido desde la porción proximal del colon hasta el ciego es un medio de retrasar el tránsito (*Chauca F. , 2018*).

La pared del ciego es delgada y contiene numerosas bolsas laterales las que fomentan un incremento de su capacidad, con el resultado que el ciego es capaz de contener sobre el 65% del contenido gastrointestinal a cualquier tiempo. El estómago es glandular y está asociado estrechamente al bazo y este es relativamente ancho. En las hembras, el bazo es significativamente grande y más pesado que el del macho (*Chauca F. H., 2017*).

3.1.8. Fisiología

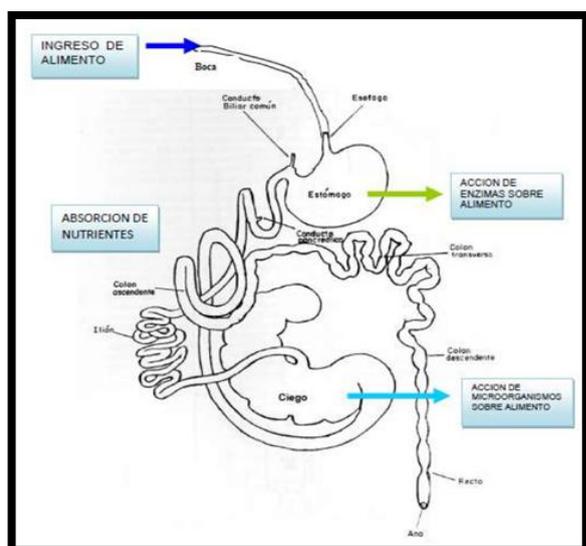
La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo.

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia 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. Realiza cecotofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína (*Vergara, 2018*).

La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias Gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrofia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas (*Caballero, 2016*).

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un grupo que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos de ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (*Caballero, 2016*).

Gráfico N°2. Aparato digestivo del cuy



Fuente: (Church, 2015).

3.2. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DEL CUY

La alimentación es uno de los factores de mayor importancia en el proceso productivo, ya que representa del 65% al 70% de los costos totales. Cualquier variación en la alimentación repercute no solo en el rendimiento productivo, sino

también en los costos totales, lo que influye directamente en la rentabilidad de la crianza/empresa (*Álvarez, 2018*).

El cuy requiere forraje y concentrado. Es recomendable que la alimentación consista en un 80% de forraje y un 20% de concentrado. La alimentación racional consiste en suministrar a los animales los alimentos conforme a sus necesidades fisiológicas y de reproducción con la finalidad de obtener el mejor aprovechamiento. Sin una alimentación racional, de nada valen las características genéticas del animal. Para que una alimentación sea técnica y económicamente racional, deberá tener las 3 condiciones siguientes:

- Hacer posible una producción elevada y una vida productiva larga del cuy.
- Asegurar el estado saludable de los animales y de su progenie.
- Ser económica.

3.2.1. Alimentación con forraje

El cuy es una especie herbívora por excelencia; siempre muestra su preferencia por el forraje, es bueno suministrar forraje de gramíneas (chala de maíz, avena, cebada) en combinación con las leguminosas (trébol, alfalfa), ya que las gramíneas tienen menor valor nutritivo. En momentos de escasez de forrajes de alfalfa o avena forrajera, es recomendable elaborar un forraje verde hidropónico, que es un germinado de cebada, trigo o maíz que se puede elaborar durante todo el año y es fuente de vitamina C (*San Miguel, 2015*).

Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos, sino que los cuyes deben irse adaptando a estos cambios de forraje. Estos animales son muy susceptibles a presentar trastornos digestivos, sobre todo las crías de menor de edad. Al emplear forraje verde hidropónico (FVH), es necesario complementar esta dieta a base de alimento balanceado para enriquecerla, pues el FVH no está considerado como forraje, sino como un germinado con alto porcentaje de humedad (*Benítez, 2016*).

3.2.2. Alimentación mixta

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje (*Mora, 2012*).

- **Germinados:** La disponibilidad o fácil acceso a granos de avena, cebada, trigo y maíz permite tener la alternativa de uso de germinados.
- **Forraje restringido:** Otra alternativa que se viene evaluando con buenos resultados es la alimentación de cuyes en recría con suministro de forraje restringido. Un racionamiento técnicamente concebido exige su empleo de manera más eficiente que permita aumentar sus rendimientos.

Esta alternativa es viable si el productor de cuyes está dispuesto a alimento balanceado. Para el caso de crianzas familiar-comercial y comercial su adopción es fácil. Para las crianzas familiares la alternativa es el suplemento con granos, en la sierra norte del país utilizan avena o cebada remojada (*Palomino, 2015*).

Una forma de restricción del forraje se realiza proporcionándoles cantidades pequeñas todos los días a interdiario; esto estimula el consumo de la ración balanceada que, al contrario, se proporciona ad libitum. El menor suministro de forraje no afecta mayormente debido al pasaje lento a través del tracto digestivo, e inclusive después de 24 horas de ayuno ano se encuentra abundante contenido en el estómago y ciego. El uso de raciones con niveles altos de fibra puede ser la alternativa (*Castro, 2014*).

3.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY

Para lograr que los cuyes tengan buena producción y crezcan rápidamente, se les debe suministrar un alimento adecuado de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Los nutrientes son sustancias que se encuentran en los alimentos y que el animal

utiliza para mantenerse, crecer y reproducirse. Los animales necesitan diferentes proporciones de nutrientes.

La alimentación consiste, en hacer una selección y combinación adecuada de los diferentes nutrientes que tienen los alimentos, con el fin de obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional (*Esquivel, 2017*).

Cuadro N°6. Requerimiento nutritivo

COMPONENTE NUTRITIVO	CANTIDAD
Proteína total	20%
Energía NDT	65% - 70%
Fibra	15%
Grasa	1%
Calcio	1.2%
Potasio	1.4%
Magnesio	0.35%
Fosforo	0.6%
Cobalto (1) *	0.002 mg
Vitamina A	2mg/kg. pv.
Vitamina B₁	4 - 6.5 mg/kg de ración
Vitamina B₂	3 mg/kg de ración
Vitamina B₆	16 mg/kg de ración
Vitamina B₁₂ (2) *	-
Vitamina C	10 mg/kg pv.
Vitamina E	1.5 mg/día
Vitamina K	50 mg/kg de ración
Ácido fólico	3 – 6 mg/kg de ración
Ácido Pantoténico	15 – 20 mg/kg de ración
Colina	1 – 1.5 gr/ kg de ración
Niacina	20 – 30 mg/kg de ración

Fuente: (Shimada, 2015).

3.3.1. Proteína

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de los diferentes insumos que no pueden ser sintetizados. Los forrajes más ricos en proteínas son las leguminosas: alfalfa, vicia, tréboles, kudzú, garrotilla, etc. Las gramíneas son buenas fuentes de energía y tienen un contenido bajo en proteínas entre ellas las que más se utilizan

para la alimentación de cuyes son el maíz forrajero, el rye grass y el pasto elefante (*Yáñez, 2018*).

El suministro inadecuado de proteína tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20 por ciento, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas (*Costales F. , 2012*).

3.3.2. Carbohidratos o grasas

Proporcionan la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer, y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos, son los que contienen azúcares y almidones. Las gramíneas son ricas en azúcares y almidones. En algunos casos se utiliza para la alimentación complementaria el maíz amarillo (*Zea mays L.*) (*Moncayo, 2018*).

3.3.3. Fibra

Componente del alimento que favorece la digestibilidad de otros nutrientes ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio y mantiene un equilibrio en las bacterias benéficas del sistema digestivo, la fibra es aprovechada por el cuy transformándola en ácidos grasos volátiles que proporcionan energía al cuy. (*Rosa, s.f*).

3.3.4. Minerales

Forman los huesos y los dientes principalmente. Si los cuyes reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionarles minerales en su alimentación. Algunos productores proporcionan sal a sus cuyes, pero no es indispensable si reciben forraje de buena calidad y en cantidad apropiada (*Castellanos, 2018*).

3.3.5. Vitaminas

Activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. La vitamina más importante en la alimentación de los cuyes es la vitamina C. Su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos puede causarles la muerte. El proporcionar forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C (*Heifer, 2017*).

3.3.6. 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 los cuyes, especialmente si se dispone de poco forraje, si está muy maduro y/o seco. Los cuyes reproductores necesitan para vivir 100 cc de agua por día. La falta de agua en esta etapa puede provocar el canibalismo. Los animales necesitan 80 cc de agua en la etapa de crecimiento y los cuyes lactantes requieren de 30 cc. El agua puede proporcionarse en platos de arcilla y diariamente se deben lavar y colocar agua limpia para evitar contaminación (*Figueroa, 2018*).

A continuación se presentan los requerimientos nutritivos del cuy según la etapa reproductiva:

Cuadro N°7. Requerimientos nutritivos del cuy según la etapa reproductiva

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18.0	18-22	13-17
Energía digestible	Kcal/Kg	2800.0	3000.0	2800.0
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	200.0	200.0	200.0

Fuente: (Figuroa, 2018).

3.4. DIGESTIBILIDAD

Es la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido y sirve como una medida para determinar la calidad de la dieta y de las materias primas utilizadas en ella, la disponibilidad de los nutrientes que las constituyen, la importancia que tienen estos en la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces, además sirve como soporte para el cálculo de los requerimientos nutricionales (*Osorio, 2017*).

Se entiende como digestibilidad a aquel proceso en que el animal desdobra los nutrientes para aprovechar en la síntesis proteica o producción de carne, leche, huevos, lana, pelo, etc. Mientras que un alimento sea más digestible tendrá más importancia nutricional, por tanto mientras mayor sea la parte desechada, el alimento tendrá menor digestibilidad. También por digestibilidad se entiende aquella porción del alimento que fue aprovechada por el animal y que por tanto no ha sido eliminado a través de las heces. Los valores de digestibilidad varían con la especie, edad, tipo de alimento o estado del nutriente, ya que cada nutriente tiene su valor de digestibilidad, y se les expresa en porcentaje (*Huamán, 2018*).

3.4.1. Fundamentos

La necesidad de un método rápido, capaz de medir la disponibilidad de energía de los alimentos para los animales, es bien conocida por aquellos que trabajan en la formulación y control de calidad de raciones. Se sabe que el valor nutritivo de los alimentos está en parte relacionada con la composición química, mediante los

cuales la digestibilidad de los nutrientes pueden ser estimadas así como los valores de la energía digestible y energía metabolizable (*Torres, 2015*).

La digestibilidad de los alimentos puede definirse, con cierto grado de exactitud, como la cantidad que no se excreta en las heces y que, por tanto, se considera absorbida por el animal. Normalmente, se expresa en relación con la materia seca, como coeficiente o porcentaje (*Mc Donald & Greenhalgh, 2016*).

Se considera la “Digestibilidad Aparente” a la digestibilidad calculada por la diferencia entre la ingestión y la excreción. Pero debido a que muchas de las bacterias vivas y muertas aparecen en gran número en las heces junto con los residuos indigestibles del alimento lo mismo que el material celular desprendido de las paredes intestinales, durante el paso de los alimentos y los residuos de las secreciones glandulares en el tubo intestinal, por lo que mucha de la proteína de las heces no son otra cosa que polisacáridos de origen bacteriano lo que hace que la digestibilidad sea aparente y es una primera aproximación razonable del valor nutritivo. Se puede determinar la digestibilidad aparente utilizando métodos in vivo tales como el método indirecto por óxido crómico, acetato de iterbio y con dióxido de titanio (*Parra, 2017*).

La DA puede ser calculada como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Dig. Ap} = \frac{\text{Consumo de nutriente} - \text{Excreción de nutriente}}{\text{Consumo de nutriente}} \times 100$$

Se denomina entonces “digestibilidad verdadera” a la digestibilidad aparente menos los valores de compuestos de origen metabólico o endógeno tales como compuestos nitrogenados, lípidos y minerales que se mezclan en las heces, pero no existe secreción endógena de carbohidratos en el intestino (*Bondi, 2015*).

La DV puede ser calculada como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Dig. Verd} = \frac{\text{Nutriente en alimento (nutriente heces - endógenos)}}{\text{Nutriente en alimento}} \times 100$$

La digestibilidad aparente de un alimento está relacionada con el nivel de proteína que se encuentra en el mismo, es decir a mayor consumo proteico la digestibilidad aparente será mayor pero en términos de digestibilidad verdadera no muestra ninguna diferencia. Pero la determinación de la digestibilidad verdadera es mucho más difícil de estimar (*Pond, 2017*).

3.4.2. Factores que afectan la digestibilidad

- **Volumen del alimento:** A mayor volumen del alimento menor digestibilidad, porque se limita la acción de las enzimas digestivas o los microorganismos del rumen por tanto se recomienda dar el alimento pesado en base a la necesidad real diaria del animal ejemplo un cerdo de 90 kilos de peso 2.7 kg de balanceado con el 14% de proteína bruta.
- **Trastornos digestivos:** Todo trastorno digestivo provoca que el animal elimine rápidamente los alimentos, sin ser asimilados, lo cual disminuye la digestibilidad.
- **Deficiencias nutricionales:** Tales como vitaminas, proteínas, minerales, etc., van a disminuir la digestibilidad del alimento de allí la importancia que la dieta alimenticia cubra el requerimiento mínimo del animal.
- **Contenido de fibra:** A mayor contenido de fibra menor digestibilidad para los animales especialmente los monogástricos.
- **Composición química:** La digestibilidad varía con la composición química del alimento y aún más dentro de la misma composición con cada nutriente.

- **Especie animal:** La digestibilidad es diferente en cada especie animal, varía con la edad, sexo, raza, tipo de alimentación, con el estado reproductivo, con la etapa fisiológica como gestación, lactancia, crecimiento y engorde. La formulación de dietas con valores de aminoácidos digestibles tiene la gran ventaja de considerar las variaciones en digestibilidad entre ingredientes y aun en el mismo ingrediente. El concepto de formulación de raciones considerando los valores de digestibilidad de aminoácidos es de gran importancia por la variación en digestibilidad que existe entre ingredientes debido a factores intrínsecos, o por factores independientes a las materias primas (*Ruiz, 2016*).

El conocimiento más preciso de la digestibilidad de los nutrientes en las materias primas y del efecto de procesamientos industriales sobre la digestibilidad de los nutrientes nos permite tener una evaluación más precisa de la calidad nutricional de los ingredientes (*Pond, 2017*).

3.5. CULTIVOS HIDROPÓNICOS

3.5.1. Generalidades

El forraje verde hidropónico es un pienso o forraje vivo para alimento de animales de engorde, para producción de carne o de leche. Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del micro-clima para poder producirlo aun en condiciones adversas de clima. Sirve para producir cereales y gramíneas. Puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales y es económico y fácil de producir (*Santander, 2016*).

El proceso de producción del forraje verde hidropónico está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento. El forraje verde hidropónico es destinado para la alimentación de cuyes, vacas lecheras, caballos, ovinos, conejos (*H T. , 2017*).

3.5.2. Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico

Luz: Es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción (*H T. , 2016*).

Temperatura: La variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento de los granos en forraje verde hidropónico es diverso. En el caso del maíz muy deseado por el importante volumen de forraje verde hidropónico que produce, aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25° C y 28° C. En las condiciones de producción de forraje verde hidropónico, la humedad relativa ambiente es generalmente cercana al 100%. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. Una herramienta importante que debe estar instalada en los locales de producción es un termómetro de máxima y mínima que permitirá llevar el control diario de temperaturas y detectar rápidamente posibles problemas debido a variaciones del rango óptimo de la misma (*H T. , 2017*).

Humedad relativa: La humedad relativa del módulo de producción no puede ser inferior al 90 %. La excesiva ventilación provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa, con la temperatura óptima, es una de las claves para lograr una exitosa producción de forraje verde hidropónico (*H T. , 2017*)

3.5.3. Metodología para la producción de forraje verde hidropónico

Selección de la semilla: Es el punto más importante en la producción del FVH, la selección del grano a utilizar depende de múltiples factores, la disponibilidad de semillas adaptadas a las condiciones del producto final, calidad germinativa,

deben estar íntegras y que no han sido tratados con algún pesticida tóxico (*Chang, 2016*).

Limpieza y desinfección: Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1%, el lavado tiene por objetivo eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. La desinfección con hipoclorito de sodio elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo hidropónico. El tiempo que se deja las semillas en la solución de hipoclorito, no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos, el hecho de dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas causando pérdidas de tiempo y dinero. Finalizado el lavado se procede a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia (*Chang, 2016*).

Pre germinación: Esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas, para lograr una completa imbibición. Este tiempo, se dividirá a su vez en dos períodos de 12 horas cada uno, a las 12 horas de estar las semillas sumergidas se procede a sacarlas y orearlas durante 1 hora. Acto seguido se sumerge nuevamente por 12 horas para, finalmente, realizarles el último oreado; mediante este fácil proceso se induce la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que se efectúa a su embrión. Esta pre-germinación asegura un crecimiento inicial vigoroso del cultivo hidropónico (*Chang, 2016*).

Germinación y siembra: Las semillas pre-germinadas deben ser colocadas desde este momento en las bandejas de crecimiento respectivas. La densidad de siembra en cada bandeja no debe superar los 15 mm de espesor de grano húmedo. Este valor corresponde a una relación de siembra de 5 a 7,5 kilogramos de grano seco/m² dependiendo del tipo de semilla utilizada. Inicia la germinación, existiendo una liberación de calor importante en cada grano, debido a esto el espesor no debe superar 15 mm en esta etapa la disipación del calor liberado ayuda a crear un microclima que debe ser mantenido. Dado que los dos o tres

primeros días del proceso no requiere luz, es conveniente en este momento mantener cubiertos los granos con algún tipo de lienzo o papel periódico húmedo para mantener la humedad relativa cerca al 90%. Cumplidos estos primeros 3 días se podrán observar perfectamente los brotes de cada grano. Las bandejas deben destaparse para que las plántulas reciban luz natural o artificial (1000 luxes), por un lapso de 14 a 16 horas diarias durante los últimos días del proceso (*Gutiérrez, 2017*).

Siembra: Una vez pasado el tiempo de pre-germinación de las semillas, la producción del forraje se llevará a cabo sobre las bandejas; para prevenir hongos y enfermedades en el forraje, se recomienda haber desinfectado previamente las bandejas de siembra sumergiendo por el lapso de 15 minutos cada bandeja en un contenedor con una mezcla de 1 ml. de cloro por cada litro de agua para después enjuagarlas con agua y no mantener ningún rastro de cloro. Ahora pondremos las semillas en el interior de cada bandeja para forraje y distribuirse de manera adecuada, tratando de mantener la densidad de siembra (*Carballo, 2017*).

Al mantener las semillas una al lado de otra, lo que estamos haciendo es “simular” que existe un sustrato en el que la planta enraizará, además al obligar que el pasto tenga que competir con los otros por los recursos (agua y luz) estimula obtener una germinación precoz y una mayor altura de las plantas.

El mantener en oscuridad las semillas durante su etapa de germinación es fundamental para estimular el desarrollo precoz de las plantas, esto es porque todas las plantas tienen la “intención” de crecer lo antes posible para empezar a percibir los rayos solares, al tener todo oscuro hacemos “crecer” a nuestros pastos permitiendo elongarse para poder descubrir los primeros rayos luminosos lo que nos dará un mayor crecimiento en las primeras etapas (*Carballo, 2017*).

Riego y nutrición: Con el objetivo de ahorrar agua, el riego puede y debe regularse. El riego de las bandejas de crecimiento de FVH es conveniente realizarlo a través de micro aspersores, nebulizadores o incluso con la mochila

pulverizadora de mano. En los 3 días pueden aplicarse entre 0.5 y 1,5 litros/m²/día en promedio. Generalmente se aplican tres riegos diarios en horario diurno; durante esta etapa el germinado puede ser producido solamente con agua potable, dado que los nutrientes para los primeros estudios de la germinación provienen de la misma semilla. A partir del cuarto día el riego debe realizarse con solución nutritiva e incrementar el volumen utilizado. En sistemas automatizados podría aplicarse el volumen diario de nutrientes dividido en 6 a 9 veces durante las horas luz, mediante aspersores de cada 6 horas de pocos segundos de duración, para sistemas manuales podrían bastar con aspersores de cada 6 horas (*Elizondo, 2016*).

La frecuencia de irrigación es muy importante y dependerá de la demanda de agua de las plantas, la que a su vez está determinada por la temperatura, luz y etapa de crecimiento, esto quiere decir a mayor temperatura, luminosidad y a mayor edad de la planta los requerimientos de las plantas son mayores. El tiempo de crecimiento dura entre 7-15 días, dependiendo de la semilla utilizada de la especie y de las condiciones brindadas a las semillas y a las plantas, el forraje se cosecha cuando alcanza una altura de 20 a 25 cm (*Elizondo, 2016*).

Solución nutritiva: Cualquier fórmula bien balanceada de solución nutritiva es adecuada para producir FVH. La necesidad de nutrientes es mínima, cuando se habla de una solución bien balanceada para FVH se refiere a una que contenga rangos entre 80 y 140 ppm de nitrógeno como nitritos y unas 10 a 15 ppm como amonio, alrededor de unas 30 ppm de fósforo como fosfato, de 90 a 130 ppm de potasio, de 90 a 160 ppm de calcio, 20 a 30 ppm de magnesio y 45 a 100 ppm de sulfatos. En cuanto a los microelementos puede decirse que generalmente son suficientes con las impurezas que se encuentran en las sales comerciales que se deben usar para preparar la fórmula base (*Amador A, 2015*).

Crecimiento: Concluida la germinación se inicia la fase del “Crecimiento” que coincide con la fotosíntesis, etapa, donde las plántulas germinadas empiezan a crecer a un ritmo muy acelerado hasta la edad de 21 a 24 días dependiendo de las

condiciones climáticas para obtener el forraje con una altura de 20 a 25 cm, formando hojas y tallos de alta calidad nutritiva y listo para la cosecha (*Amador A, 2015*).

Cosecha: Esta se realiza cuando la plántula alcanza una altura promedio de 25 cm, este desarrollo es durante 21 a 24 días dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invierno, la frecuencia de riego, etc. Como resultado se obtiene un gran tapete radicular, ya que las semillas enraízan unas con otras por la alta densidad de siembra; parte de la semilla, y parte aérea de 25 cm, la relación de conversión semillas es de 1,5 kg a 12 kg (*Rodríguez A. , 2016*).

Producción: Idealmente a los 21 a 24 días de haber sembrado. El rendimiento varía entre 12 a 18 kilos de forraje por cada kilo de semillas. Los costos de producción en comparación con los alimentos procesados lo hacen atractivo (*Rodríguez A. , 2016*).

3.5.4. Contenido nutritivo del forraje verde hidropónico

El (FVH), es de alta calidad, superior a otros forrajes, el cual se suministra a los animales en forma completa (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una completa fórmula de carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos (*Amaya, 2017*).

La calidad nutritiva de los diferentes forrajes cambia de acuerdo a diferentes factores, incluyendo la época de cosecha, edad, tipo, variedad, clima y manejo del cultivo, en el medio ganadero se conoce a la alfalfa como la reina de las forrajeras. Lo anterior por la calidad de sus nutrientes, sobre todo en cuanto al contenido de proteínas. Es por esto que se presentan los valores de este forraje en relación a los encontrados en forraje verde hidropónico a partir de diferentes semillas; aquí es conveniente recordar que el más alto costo de una ración siempre está dado por el componente que aporta el mayor contenido de proteínas y en este caso el FVH constituye una proteína de bajo costo por lo que la ración resultará más económica

y además el animal la come con gusto. Cabe destacar también que el FVH cuenta con una buena cantidad de vitamina E y valores altos de pro vitamina A (*Samperio, 2017*).

3.5.5. Ventajas del forraje verde hidropónico

Ahorro de agua: En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimos al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días (*Samperio, 2017*).

Eficiencia en el uso del espacio: El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

Eficiencia en el tiempo de producción: La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Por cada Kilo sembrado de semilla de cereal se obtiene al cabo de 2 semanas 6 Kilos de biomasa forrajera (*Amaya, 2017*).

Calidad del forraje para los animales: El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para los animales. Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el FVH (3.200 kcal/kg) (*Amaya, 2017*).

Inocuidad: El FVH representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Asimismo, no es necesario el uso de agroquímicos ni pesticidas para el control de plagas (*Chang, 2016*).

Costos de producción: Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla), el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente. Alimentar a un cuy desde que nace hasta que se vende con forraje verde hidropónico, no cuesta más de US\$ 2 dólares. Asimismo, en lo que respecta a la inversión en Nutrientes Hidropónicos (Macro y micronutrientes), ésta es mínima y casi no tiene repercusión en los costos de producción (*Carballo, 2017*).

3.5.6. Desventajas del forraje verde hidropónico

- Desinformación y sobrevaloración de la tecnología.
- Es laborioso y requiere de cuidados especiales.
- Se necesita capacitación para hacer el germinado.
- Se tiene que establecer rutina de trabajo.
- Se tiene que hacer una pequeña inversión en los utensilios necesarios para hacer el germinado.

3.5.7. Características del forraje verde hidropónico

El forraje verde hidropónico al alcanzar una altura de 25 a 30 cm es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta, es decir, raíz, semillas, tallos y hojas, constituyendo una completa fórmula de proteína, energía, minerales y vitaminas altamente asimilables. Según el análisis químico de las diferentes partes del forraje verde hidropónico, se puede resaltar el alto contenido de proteínas que se encuentra en hojas y tallos, además del alto contenido de grasa, carbohidratos y NDT encontrados en las raíces (*Pérez, 2016*).

3.5.8. El forraje verde hidropónico en la alimentación animal

El FVH se ha utilizado en Equinos, bovinos, porcinos, ovinos, caprinos y conejos. En el vacuno de leche se han utilizado de 12 a 18 kg de forraje hidropónico lo que equivale a 1800 g de proteína a la dieta por día; con esto se logra un aumento del 10 al 20% en la producción y se suprimen los elevados costos del concentrado (*Amaya C. , 2018*).

En conejos, ovinos y caprinos recomienda deshidratar el tapete por un periodo de 12 horas a fin de evitar problemas gastroentéricos como timpanismos, diarreas y síndrome de mala absorción que se produce como consecuencia del exceso de humedad y nitrógeno en el forraje; mientras que en el cerdo lo ideal es reemplazar el 30% del concentrado con 6 kg de FVH en la etapa de crecimiento y engorde de 16 a 90 kg (*Sánchez, 2016*).

Las principales ventajas en la alimentación de animales con forraje hidropónico son:

- Suministro constante de alimento de buena calidad, manteniendo uniforme el pH del rumen, evitando así alteraciones digestivas, que inciden en la productividad:
- Incremento de la fertilidad.
- Menor incidencia de enfermedades.
- Aumento de la producción de leche.

- Potencia y resistencia como resultado de la alimentación completa y natural en animales de competencia.

Hay estudios que establecen que un kilo de forraje verde hidropónico (FVH) equivale a tres kilos de alfalfa verde, por sí solo puede ser y es, en algunos lugares el único alimento de ciertas clases de herbívoros; especies menores como cuyes, conejos y especies mayores como ganado vacuno, bovino y equino, además de manatíes, jirafas, cebras, antílopes y venados, fueron mantenidos con FVH, a menor costo y con mayor eficiencia que con otros forrajes y complementos (*Luis, 2016*).

Nuestra experiencia nos permite recomendar la utilización del FVH como complemento alimenticio a nuestros pastos en el Ecuador, con ventajas comparativas muy favorables sobre los balanceados y otros componentes tradicionales en el sobre alimento de nuestros hatos ganaderos, o nuestros caballos tanto en rendimiento cuanto en costo (*Luis, 2016*).

Los pastos ecuatorianos e interandinos en general no presentan por sí solos adecuadas cantidades de nutrientes, minerales y vitaminas para producciones lecheras elevadas, por lo que se requiere de suplementación. El FVH posee todos los nutrientes y vitaminas, macro y micro minerales para mantener elevadas producciones de leche y los ofrece en condiciones de asimilación y digestibilidad ideales para el ganado (*Valdivia, 2016*).

Los análisis bromatológicos del grano de cebada y el FVH (forraje verde hidropónico) del mismo grano a los nueve días de crecimiento, demuestran que el porcentaje de nutrientes aumenta en gran cantidad cuando el grano se cultiva para obtener forraje verde hidropónico, así como ejemplo podemos citar la proteína, en grano posee 11.39 % y en FVH 16.8 %, minerales en el grano 2,87 % y en FVH 3,31 %, Vitamina E 1.6 ppm en el grano y 414 ppm en FVH, como se puede apreciar la diferencia nutritiva entre el grano y el mismo grano hecho FVH es sumamente inmensa (*Valdivia, 2016*).

Entre vacas comiendo FVH y otras bajo dieta normal, hubo un incremento de 15,26 % en contenido graso de la leche producida (*Luis, 2016*).

Al evaluar el efecto del uso del forraje hidropónico en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, obtuvo con el 100% de forraje hidropónico las mejores respuestas en el peso final (0,973 Kg), ganancia de peso (0,717 Kg), conversiones alimenticias más eficientes (5,996) (*Sinchiguano, 2017*).

3.5.9. Uso de forraje verde hidropónico

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (*Ñíguez, 2018*).

Un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH, éste ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal, entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado:

- Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (*Morales, 2017*).
- Aumento de producción en aves domésticas (pollos, gallinas, patos, gansos, etc.) a partir del uso del FVH, lográndose sustituir de un 30 a 40% de la dosis de ración peleteada pero asociado al riesgo, en casos de exceso en el uso de FVH, de un incremento de excreta de heces líquidas y fermentaciones aeróbicas del estiércol, malos olores de los locales, aumento de insectos voladores no deseados y aumento de enfermedades respiratorias especialmente en verano.

- Ganancia de peso en cerdos con una alimentación en base a FVH (*Sánchez A. , 2016*).
- Aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad “Nehuén” y cebada cervecera variedad “Triumph” existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y triticale (*Sepúlveda, 2016*).
- Sustitución en conejos, de hasta el 75% del concentrado por FVH de cebada sin afectar la eficiencia en la ganancia de peso alcanzándose el peso de faena (2.1 a 2.3 Kg de peso vivo) a los 72 días. Estos resultados han tenido un alto impacto técnico, económico y social, la alimentación familiar y el mantenimiento de la producción a mini productores cunícolas afectados por los altos costos de los concentrados (*Sánchez A. , 2016*).

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México, con control del volumen de agua a aplicar, luz, nutrientes y CO₂ (anhídrido carbónico), demostraron que a partir de 22 Kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m² (1.89 Kg semilla/m.c.) una óptima producción de 112 Kg de FVH por día (9.65 Kg FVH/m²/día⁻¹). En todos los resultados mencionados anteriormente el sistema de producción de FVH ha posibilitado obtener mayor calidad de carne; aumento del peso vivo a la fecha de faena; aumento en la proporción de pelo de primera en el vellón de conejos; mayores volúmenes de leche; aumento de la fertilidad; disminución de los costos de producción por sustitución parcial de la ración por FVH (*Hidalgo, 2015*).

- Se han realizado pruebas de consumo en cerdos, ovinos, avestruces, equinos, camélidos y bovinos sin problemas de aceptación. En una prueba de producción con ganado lechero, se alimentó a cinco vacas durante 15 días con 18 Kg/vaca/día, además de ensilaje de maíz, concentrado, rastrojo de maíz y melaza, granos de sorgo y maíz molidos y se obtuvieron los siguientes resultados: La producción de leche se elevó en un 18%; la producción de grasa

fue de un 15.2%, mayor en las vacas bajo estudio; durante seis días después de que se eliminó el suministro de FVH las vacas casi no consumían ensilaje y buscaban su ración de FVH (*Valdivia, 2016*).

3.5.10. Los forrajes verdes hidropónicos en la investigación

Hay estudios que establecen que un kilo de Forraje Verde Hidropónico (FVH) equivale a tres kilos de alfalfa verde, por si solo puede ser , y efectivamente es, en algunos lugares (como los zoológicos de Miami y de Tampa) el único alimento de ciertas clases de herbívoros; especies menores como cuyes y conejos y especies mayores como ganado vacuno, bovino y equino, además de manatíes, jirafas, cebras, antílopes y venados, fueron mantenidos con FVH, a menor costo y con mayor eficiencia que con otros forrajes y complementos (*Walsberg, 2017*).

Las vacas que consumieron forraje verde hidropónico comparadas con otras, bajo una dieta normal, hubo un incremento de 15.26 por ciento en contenido graso de la leche producida (*Church, 2015*).

El forraje verde hidropónico es el resultado de utilizar el poder germinativo de los granos (cebada, maíz, trigo, etc.), en el cual se liberan todos los nutrientes del grano para permitir que la planta crezca; al estar todos los nutrientes liberados éstos están inmediatamente disponibles y digeribles para que los animales lo consuman (vacas, caballos, y animales menores). Las principales ventajas de la producción de un forraje verde hidropónico son que, incrementa la fertilidad, disminuye la incidencia de enfermedades y aumenta la producción de leche (*Rodríguez S. , 2019*).

3.5.11. Ganancia de peso con forrajes germinados

La disponibilidad o fácil acceso a granos de avena, cebada, trigo y maíz permite tener una alternativa de uso de germinados. Estudiando el suministro de granos germinados, cebada y frijol chino con 5 días de germinación en cuyes en crecimiento, se determina que los pesos a la 6ª semana de edad en los que recibían chala de maíz alcanzaban 750 gr. Los cuyes que recibían germinados alcanzan

pesos inferiores, sobre la 7ª semana tuvieron decrementos de peso y mortalidades sobre la 8ª semana. Aparentemente por recibir aportes insuficientes de germinado (30 gr) que conllevan a deficiencias de vitamina C (*Rivas, 2015*).

Evaluando el crecimiento de cuyes entre la 2ª y la 12ª semana de edad, se encontró incrementos diarios de 6,8 y 8,8 con maíz y cebada germinada, respectivamente. El incremento logrado (9,8 gr) con una alimentación convencional (concentrado con 17% de proteína más chala de maíz) fue superior al compararlo con la alimentación con germinados. Las conversiones alimenticias en MS son de 5,1 y 4,0 para el caso del maíz y cebada germinada, respectivamente (*Quispe S. A., 2016*).

El forraje restringido es otra alternativa que se viene evaluando con buenos resultados en la alimentación de cuyes en recría. Un racionamiento técnicamente concebido exige su empleo de manera más eficiente que permita aumentar sus rendimientos. Se vienen evaluando con buenos resultados los suministros de forraje restringido equivalentes al 1,5 y 2,0% de su peso con MS proveniente del forraje. Esta alternativa es viable si el productor de cuyes está dispuesto a invertir en alimento balanceado. Para el caso de crianzas familiar-comercial y comercial su adopción es fácil. Para las crianzas familiares la alternativa es el suplemento con granos, en la sierra norte del país utilizan avena o cebada remojada (*Zaldívar, 2016*).

3.6. ESPECIES A CULTIVAR

3.6.1. Cebada (*A. Hordeum Vulgare*)

Descripción

Cantidades asombrosas de vitaminas y minerales son encontradas en las hojas de la cebada. Cuando las hojas de cebada tienen de 30 a 35 centímetros de altas, contienen muchas vitaminas, minerales y proteínas necesarias para la dieta humana, junto con la clorofila. Estos nutrientes son fácilmente asimilados a través del tracto digestivo, dando a nuestros cuerpos acceso instantáneo a nutrientes

vitales. Entre ellos están: potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, fósforo, manganeso, zinc, beta caroteno, vitamina B1, B2, B6, vitamina C, ácido fólico y ácido pantoténico. De hecho, el jugo de cebada verde contiene 11 veces el calcio que hay en la leche de vaca, cerca de 5 veces el hierro presente en la espinaca, 7 veces la vitamina C contenida en las naranjas y 80 miligramos de vitamina B12 por 100 gramos. También contiene 15 veces más proteína que en la misma cantidad de leche (*Mercurio, 2018*).

3.6.2. Maíz forrajero (*Zea mays L.*)

Descripción

Presenta un contenido de fibra cruda igual o superior a 18 %. Un contenido de proteína cruda que oscila 6 – 12 % y un contenido de nutrientes digestibles totales superior a 70 % (*Gómez, 2016*).

3.6.3. Trigo (*Triticum aestivum L.*)

Descripción

En general, el grano maduro está compuesto por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, lípidos, minerales y agua, junto con trazas de vitaminas, enzimas y otras sustancias. El grano de trigo se caracteriza por poseer un elevado contenido energético, entre 3,0 y 3,5 Mcal EM con alta velocidad de degradación ruminal y una extensión de la misma cercana al 90% lo cual exige una adaptación más controlada del consumo que otros cereales.

Su contenido proteico, normalmente ronda el 11,5 % dependiendo del manejo del cultivo y la condición ambiental. Para aprovechar esta energía fácilmente disponible a nivel ruminal, además de los recaudos de manejo que serán revisados, en engordes en corrales, es fundamental acompañarlo con una fuente proteica adecuada (*Ñíguez, 2018*).

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación de la investigación

El proyecto de investigación se lo ejecutó en el Campus de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en los predios del Programa de Especies Menores “Laguacoto II”.

4.1.2. Localización de la investigación

País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector	Laguacoto II

Este trabajo de investigación tuvo una duración de 90 días.

4.1.3. Situación geográfica y climática

Coordenadas DMS	
Latitud	1°34'0" S
Longitud	79°10'0" W
Coordenadas GPS	
Latitud	-1.56667
Longitud	-79.0167
Condiciones meteorológicas	
Altitud	2800 m.s.n.m.
Humedad relativa promedio anual	75 %
Precipitación promedio anual	632 mm/año
Temperatura máximo	18 ° C
Temperatura media	14 ° C
Temperatura mínima	10 ° C

Fuente: Estación Meteorológica Laguacoto II, 2020.

4.1.4. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida realizada por L. Holdridge. El lugar experimental corresponde a la formación de Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-mb).

4.1.5. Materiales y equipos

4.1.5.1. Material experimental

- 48 cuyes hembras.

4.1.5.2. Material de campo

- Overol.
- Botas.
- Agua.
- Comederos.
- Bebederos.
- Balanza gramera.
- Bandejas de plástico.
- Estanterías.
- Baldes.
- Hipoclorito de sodio (cloro).
- Jeringuillas.
- Fundas plásticas negras.
- Equipo de limpieza y desinfección (pala, escoba, sacos, Fulltrex 1000 ml).
- Medicina veterinaria (Ivercur sobres de 10 gr)
- Etiquetas.
- Cámara fotográfica.

4.1.5.3. Instalación

- Galpón 10 m de largo – 4 m de ancho.
- Jaulas metálicas. 120 cm de largo – 100 de ancho y 45 de alto.

4.1.5.4. Material de oficina

- Libros, manuales y textos de referencia.
- Computador y accesorios.
- Internet (computador, impresora, copiadora, pendrive).
- Esferográficos.
- Papel boom A4.
- Cuaderno.
- Registros.

- Calculadora.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Método de campo

Para determinar la digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde; se procedió a contar con un plan de bioseguridad, el cual previno y evitó la entrada de viables patógenos que pueden afectar la sanidad, bienestar y rendimientos zootécnicos de los cobayos.

Se dispuso la limpieza y desinfección del galpón, la desinfección se lo realizó con Fulltrex 1 ml/litro de agua, dejando actuar por 24 horas; una vez limpio y desinfectado el galpón, estará en condiciones de colocar todo el material que previamente hemos programado y limpiado. Jaulas con 120 cm de largo x 100 cm de ancho y x 45 cm de alto; cada jaula fue dividida en 2 partes iguales por malla metálica para alojar 4 animales por tratamiento y repetición.

Se colocó oxido de calcio en una bandeja a la entrada del galpón para la prevención de patógenos, se procedió a la compra de las semillas de cebada, maíz forrajero y trigo, luego seleccionamos las semillas y sacamos aquellas que se encontraban en mal estado, pesamos 1000 g de cada una, las colocamos en unos baldes para lavarlas y sacar las impurezas que salían a flote, una vez realizado eso procedemos a desinfectar las semillas con hipoclorito de sodio 10 ml/ litro de agua dejamos actuar por 30 minutos y lo lavamos hasta que no quede rastros del cloro; una vez realizado eso se dejó las semillas con agua por 24 horas, pasado ese tiempo sacamos las semillas en baldes y le dejamos por 3 días en oscuridad, para que inicie con la pre germinación; luego de eso procedemos a la siembra de las semillas en las bandejas plásticas y regamos con agua todos los días con riegos mínimos de 4 a 6 dependiendo de las condiciones climáticas, una vez que hayan crecido los forrajes se procedió a suministrar a los animales de acuerdo a su peso el cual se colocó el alimento en los comederos.

Por último se recogió muestras de heces de cada tratamiento, así como también se envió muestras de los forrajes verdes hidropónicos y de la caña de maíz al laboratorio TOTAL CHEM de la ciudad de Ambato a cargo del Ing. Carlos Mayorga para realizar los bromatológicos para determinar los parámetros de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad.

4.2.2. Factor de estudio

Forraje verde hidropónico de cebada, maíz forrajero y trigo.

4.2.3. Tratamientos

En la investigación se evaluarán 4 tratamientos y 3 repeticiones, según el siguiente detalle:

- **T1.** Testigo (caña de maíz).
- **T2.** Forraje verde hidropónico de cebada.
- **T3.** Forraje verde hidropónico de maíz forrajero.
- **T4.** Forraje verde hidropónico de trigo.

El tamaño de la unidad investigativa fue de 12 animales por tratamiento.

4.2.4. Esquema

Detalle del esquema de la investigación, que se utilizó en la realización del trabajo investigativo:

Tratamiento No.	DESCRIPCIÓN Forrajes Verdes Hidropónicos	Repeticiones	T.U.E *	Nº animales/ Tratamiento
T1	Caña de maíz	3	4	12
T2	Forraje verde hidropónico cebada	3	4	12
T3	Forraje verde hidropónico maíz	3	4	12

	forrajero			
T4	Forraje verde hidropónico trigo	3	4	12
TOTAL				48

4.2.5. Tipo de diseño experimental o estadístico

Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

4.2.6. Procedimiento de la investigación

Localidad	1
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de animales por tratamiento	4
Número total de animales	48

4.2.7. Tipo de análisis

Análisis de varianza (ADEVA; DBCA), según el siguiente detalle:

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio esperado
Total (t*r) -1	11	
Bloques (repeticiones) r-1	2	$f^2e + 6\theta^2$ tratamiento
Tratamientos (t-1)	3	$f^2e + 4f^2$ de bloques
Error experimental (t-1) (r-1)	6	f^2e

**Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.*

- Prueba de separación de medias según Duncan al 0.5%.
- Análisis económico en la relación beneficio/ costo (B/C).

Modelo matemático

$Y_{ij} =$	$\mu + T_i + E_{ij}.$
Donde:	

$Y_{ij} =$	Una observación cualquiera.
$\mu =$	Media poblacional o general.
$T_i =$	Efecto de los tratamientos.
$E_{ij} =$	Error experimental.

4.2.8. Medición experimental

- Peso Inicial/g
- Peso cada 15 días/g
- Peso final/g
- Ganancia peso cada 15 días/g
- Ganancia de peso total/g
- Consumo total de alimento/g
- Conversión alimenticia %
- Mortalidad %
- Digestibilidad verdadera %
- Bromatología forraje verde hidropónico y caña de maíz %
- Bromatología de las heces %
- Relación beneficio/costo \$

4.2.9. Variables evaluadas y datos tomados

- **Peso inicial (P.I):** Dato que fue evaluado el primer día de llegada de los cobayos, mediante la utilización de una balanza gramera cuyo valor fue expresado en gramos (g).
- **Peso cada 15 días:** Se procedió a tomar el peso cada 15 días a todos los animales por tratamiento, usando una balanza gramera y sus datos fueron expresados en gramos (g).
- **Peso final (P.F):** Se realizó al momento de la comercialización de los animales, cuyo peso fue expresado en gramos (g).

- **Ganancia de peso (G.P):** Se registró cada 15 días y de esta manera al final de la investigación obtener el total de la ganancia de peso y su valor fue expresado en gramos (g). Para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$GP = \text{Peso anterior (g)} - \text{Peso actual (g)}$$

- **Ganancia de peso total (GPT):** Dato registrado al final de la investigación, obteniendo el total de la ganancia de peso y su valor fue expresado en gramos (g).
- **Consumo de alimento total (C.A.T):** Indicador que se determinó mediante la sumatoria del consumo del forraje verde hidropónico dividido para el número de animales por tratamiento.
- **Conversión alimenticia (C.A):** Se calculó en relación al alimento consumido y el incremento del peso final de la investigación. Se aplicó la siguiente formula:

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento (Kg)}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}$$

- **Porcentaje de mortalidad (% M):** Evaluado desde la llegada de los animales al galpón hasta finalizar la investigación mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$\% M = N^{\circ} \text{ de cuyes muertos} / N^{\circ} \text{ de cuyes iniciados} \times 100$$

- **Digestibilidad verdadera:** Se evaluó mediante la fórmula:

$$DV = \frac{\text{Nutriente en alimento (nutriente heces} - \text{endógenos)}}{\text{Nutriente en alimento}} \times 100$$

- **Bromatología forraje verde hidropónico y caña de maíz:** Se envió al laboratorio 4 muestras de 300 gramos de cada uno de los forrajes a realizar un análisis bromatológico de los forrajes verdes hidropónicos (*cebada, maíz*

forrajero, trigo) y caña de maíz para su respectivo análisis, cuya respuesta es expresada en porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad.

- **Bromatología de heces:** Se envió 12 muestras de heces de las cobayas por cada tratamiento, del cual se obtuvo el resultado del porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad eliminada en las heces.
- **Relación beneficio/costo.** El análisis económico se realizó por medio del indicador Beneficio/Costo, en el que se consideran los egresos y los ingresos totales que corresponden a la venta de los cobayos en pie y el abono.
- **Relación beneficio/costo (B/C):** El análisis económico se realizó por medio del indicador Beneficio/Costo, en el que se consideran los egresos y los ingresos totales que corresponden a la venta de los cobayos en pie y el abono, respondiendo al siguiente proceso:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

4.2.10. Procedimiento de la investigación

- **Limpieza del galpón**

Antes de la llegada de los animales, se realizó la limpieza, desinfección del galpón, para lo cual se utilizó Fulltrex en dosis de 1cm/litro agua; luego con una bomba de mochila, se procedió a desinfectar pisos, paredes, techo, posteriormente se realizó otra desinfección, creando un ambiente de bioseguridad, colocando las jaulas, comederos y bebederos.

- **Preparación de las jaulas**

Se limpió y desinfectó el galpón y las jaulas con solución yodada al 5% esto se lo realizará 5 días antes de la llegada de los cobayos.

- **Selección de los cobayos**

Se seleccionaron 48 cobayos de similar peso y edad, tomando en cuenta su buen estado sanitario y de un criadero reconocido.

- **Aplicación de tratamientos**

Se aplicó y se evaluó el forraje verde hidropónico; T1. Testigo (caña de maíz). Consumo de forraje verde hidropónico cebada T2. Consumo de forraje verde hidropónico maíz forrajero, T3. Consumo de forraje verde hidropónico trigo T4; el cual se registró el número de la unidad experimental correspondiente a cada tratamiento.

- **Identificación de los tratamientos**

Mediante la utilización de rótulos se identificó cada uno de los tratamientos a investigar.

- **Distribución de unidades experimentales**

Los cobayos fueron distribuidos en grupos de 4 animales por tratamiento al azar.

- **Desparasitación de los cobayos**

Se procedió a desparasitar a todos los cobayos con un antiparasitario interno y externo (*Ivercur*) dosis de 10 gramos en 1 kg de alimento al inicio de la investigación.

- **Establecimiento del forraje verde hidropónico**

Se adquirió y se seleccionó las semillas; se pesó 1 kg de cada semilla (*cebada, maíz forrajero y trigo*); se procedió al lavado y desinfección de las semillas con hipoclorito de sodio al 1% (*10 ml por litro de agua*) se dejó actuar por 30 minutos y luego se enjuagó con abundante agua; se remojó los 3 tipos de

semillas en 3 recipientes diferentes para cada semilla, sumergiendo con una cantidad que cubra totalmente las semillas por 24 horas; luego se retiró las semillas sumergidas y se colocó en sacos para que se escurra el agua las cuales fueron colocadas en un lugar oscuro para su pre germinación; luego se llevó a las bandejas para su siembra y proceder con el riego de manera manual, con riegos entre 4 a 6 veces dependiendo de las condiciones climáticas; a los 21 a 24 días se cosechó el forraje verde hidropónico que fue retirado de las bandejas para ser sometido al oreado bajo sombra por un periodo de 24 horas; se pesó el forraje oreado y depositados en los comederos para que lo consuman las cobayas.

- **Alimentación por tratamientos**

Una vez listo el forraje verde hidropónico de los diferentes cereales, se procedió a suministrarlos en cada tratamiento respectivo.

- **Análisis bromatológico del forraje verde hidropónico y la caña de maíz**

Las muestras del forraje verde hidropónico de cebada, maíz forrajero, trigo y la caña de maíz fueron enviadas al laboratorio TOTAL CHEM de la ciudad de Ambato para su respectivo resultado.

- **Recolección de muestras de heces**

Al finalizar la investigación se recolectó las muestras de heces de los tratamientos y se envió al laboratorio TOTAL CHEM para su respectivo análisis.

- **Comercialización**

Una vez finalizada la investigación, se procedió a la venta de los cobayos al mercado.

- **Diagnóstico relativo**

De cada tratamiento en estudio se extrajo información relativa al peso inicial/g, ganancia de peso cada 15 días/g, peso final/g, consumo de alimento total/g, conversión alimenticia%, mortalidad%, digestibilidad in vivo %, digestibilidad verdadera %, bromatología forraje verde hidropónico y caña de maíz %, bromatología de las heces % y relación beneficio/costo \$; de los cuales se analizó la información para finalmente plantear las conclusiones y recomendaciones dirigidas a mejorar la producción de las cobayas.

- **Tabulación de datos**

Se procedió a analizar e interpretar la información utilizando el programa estadístico InfoStat; mediante un análisis de varianza (ADEVA) y diseño de bloques completamente al azar (DBCA), demostrar gráficamente los resultados según los objetivos y variables, lo cual es factible ya que admitió trabajar con muestras pequeñas, conjuntos de principios, reglas y procedimientos, que orientó a la investigación con la finalidad de alcanzar los conocimientos a la realidad y finalmente demostrar deducciones de inferencia en la evaluación de digestibilidad in vivo del forraje verde hidropónico en cobayos de engorde.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. PESO

Cuadro N°8. Resultados de la prueba de Duncan en la variable Peso.

PESO (g)						
Variables	Tratamiento					
	Testigo, FVH Cebada, FVH Maíz forrajero, FVH Trigo					
Peso inicial	T4	T1	T3	T2	CV%	\bar{x}
NS	712.9 a	694.3 a	693.4 a	690.0 a	2.96	697.6
Peso 15 días	T2	T4	T3	T1	CV%	\bar{x}
*	760.7 c	741.9 b	737.1 b	712.1 a	1.18	738.0
Peso 30 días	T2	T3	T4	T1	CV%	\bar{x}
*	859.5 c	821.9 b	820.9 b	731.0 a	0.89	808.3
Peso 45 días	T2	T3	T4	T1	CV%	\bar{x}
*	1249.4 c	1080.9 b	1073.1 b	829.4 a	6.69	1058.2
Peso 60 días	T2	T4	T3	T1	CV%	\bar{x}
*	1502.8 b	1383.0 ab	1320.8 ab	1201.5 a	7.22	1352.0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

5.1.1. Peso inicial

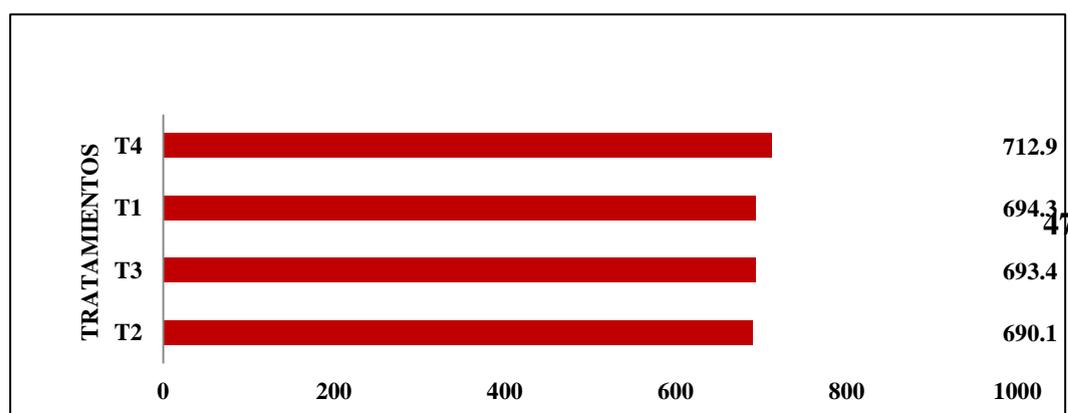
Cuadro N°9. Resultados de ADEVA. Peso inicial.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	957.72	319.24	0.75	0.5627
REPETICIÓN	2	164.63	82.31	0.19	0.8299
ERROR	6	2566.54	427.76		
TOTAL	11	3688.89			
CV%	2.96				
R²	0.30				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°3. Peso inicial



Fuente: *Investigación de campo 2021*
Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Análisis e interpretación

El peso inicial de las cobayas que fueron sometidas a esta investigación tuvieron un peso promedio de 697.6 g/animal, distribuidas al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos ($P>0.05$), el cual el T4 presentó un peso superior de 712.9 g/animal, coeficiente de variación 2.96%.

Maza, F. 2017. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) en diferentes estados de madurez en el engorde de cuyes en la Hoya de Loja”; en cuanto al peso inicial de los cuyes fue de 300 g.

Con relación al resultado obtenido por *Maza, F.* adquirió un peso promedio inferior, se deduce que varios son los factores que influyeron como peso al destete, tamaño de camada y genética.

5.1.2. Peso 15 días

Cuadro N°10. Resultados de ADEVA. Peso 15 días.

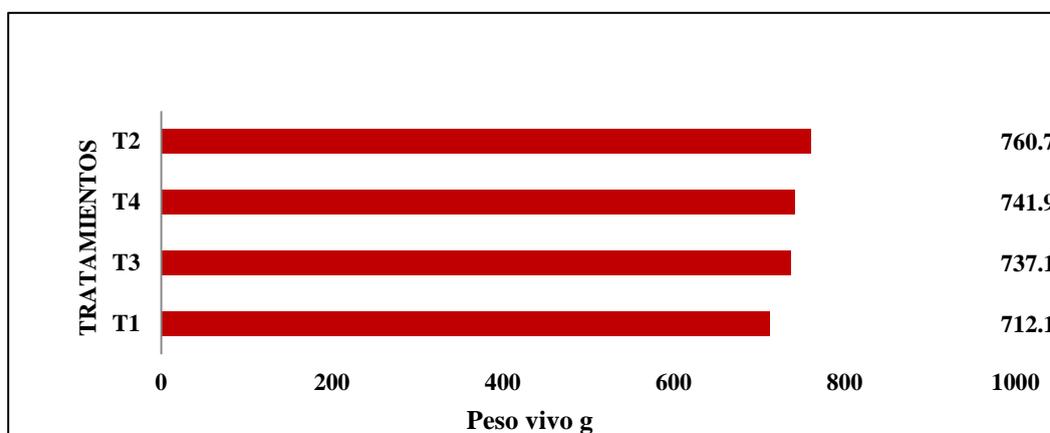
FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------

TRATAMIENTO	3	3602,88	1200,96	15,93	0.0029
REPETICIÒN	2	485,84	242,92	3,22	0.1121
ERROR	6	452,41	75,40		
TOTAL	11	4541,13			
CV%	1.18				
R²	0.90				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico 4. Peso 15 días



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

El peso a los 15 días de la investigación se observa que existe diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), con un peso promedio de 738 g/animal, distribuidos al azar; de esta manera el mayor peso lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 760.7 g/animal; coeficiente de variación 1.18%.

Monzón, D. 2011. Efecto de la sustitución de maíz chala (*Zea mays L.*) por forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) sobre el rendimiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*), el peso vivo a la tercera semana es de 337.4 g.

En relación a los resultados de *Monzón, D.* determinó un peso inferior; esto se debe a varios elementos que influyeron como la nutrición, genética, condiciones ambientales, características del alimento y manejo zootécnico.

5.1.3. Peso 30 días

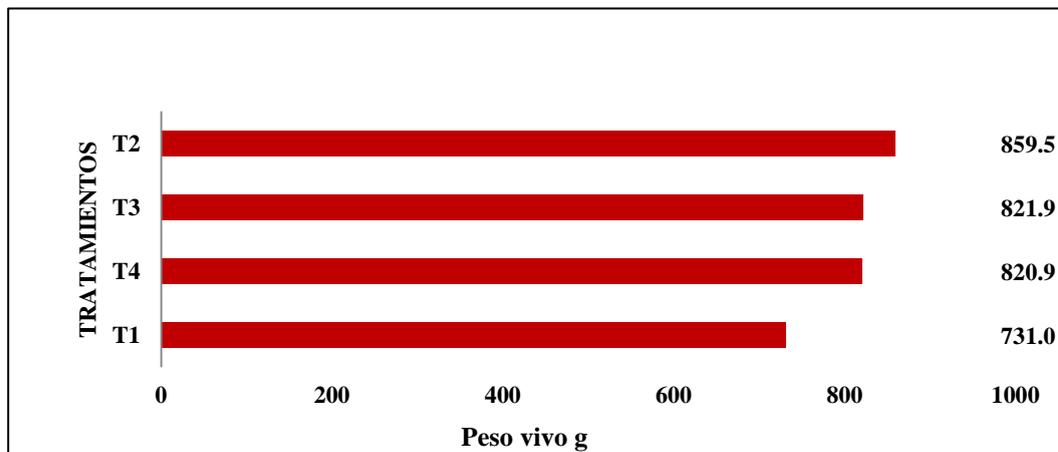
Cuadro N°11. Resultados de ADEVA. Peso 30 días.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	26849.56	8949.85	171.47	<0.0001
REPETICIÓN	2	279.20	139.60	2.67	0.1478
ERROR	6	313.18	52.20		
TOTAL	11	27441.93			
CV%	0.89				
R ²	0.99				

Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Gráfico N°5. Peso 30 días.



Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Análisis e interpretación

El peso a los 30 días de la investigación, se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), con un peso promedio de 808.3 g/animal, distribuidas al

azar; el cual presentó un mayor peso el T2 FVH de cebada con 859.58 g/animal; coeficiente de variación 0.89%.

Robles, G. 2018. Reemplazo de la alfalfa en verde por forraje hidropónico de cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento a 2750 m.s.n.m. – INIA Ayacucho, con un peso vivo a la sexta semana de 624.6 g.

En relación a los resultados obtenidos por *Robles, G.* obtuvo un peso inferior, se deduce que algunas causas intervinieron como manejo zootécnico, calidad nutricional del alimento y stress.

5.1.4. Peso 45 días.

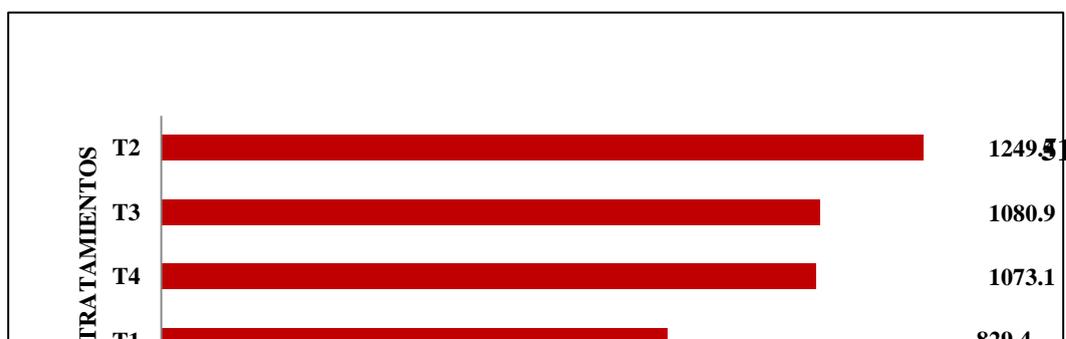
Cuadro N°12. Resultados de ADEVA. Peso 45 días.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	268937.02	89645.67	17.86	0.0021
REPETICIÓN	2	10551.26	5275.63	1.05	0.4061
ERROR	6	30110.41	5018.40		
TOTAL	11	309598.68			
CV%	6.69				
R²	0.90				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°6. Peso 45 días.



Fuente: *Investigación de campo 2021*
Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Análisis e interpretación

El peso a los 45 días de la investigación, se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), el peso promedio fue de 1058.2 g/animal, distribuidos al azar; el mayor peso lo alcanzó el T2 FVH de cebada con un peso de 1249.4 g/animal; coeficiente de variación 6.69%.

Rea, M. 2012. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero “El Mirador” Barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, Provincia de Chimborazo, el peso a la novena semana es de 970.1 g.

En relación al resultado obtenido por *Rea, M.* determinó un peso inferior, se establece que varios son los factores que influyeron como las condiciones ambientales, calidad del alimento, bioseguridad y manejo zootécnico.

5.1.5. Peso final

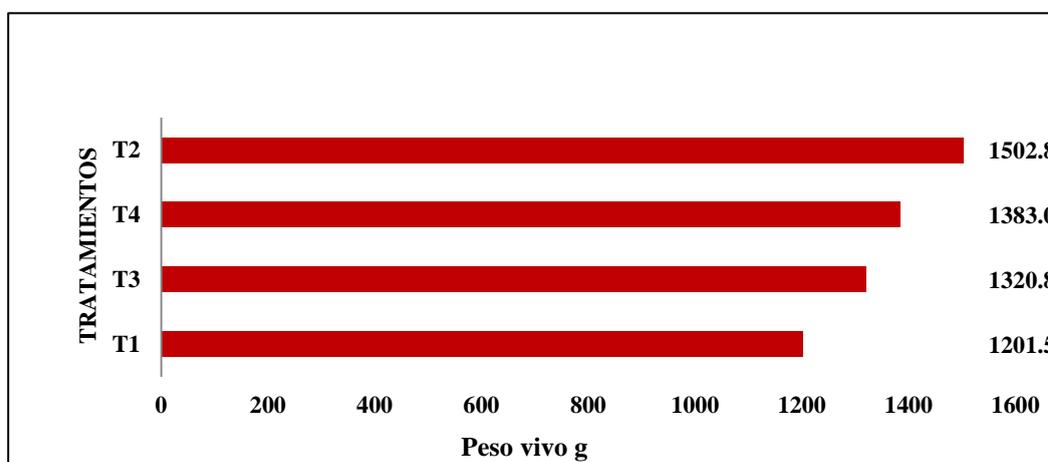
Cuadro N°13. Resultados de ADEVA. Peso final.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	141940.13	47313.38	4.97	0.0458
REPETICIÓN	2	40749.26	20374.63	2.14	0.1988
ERROR	6	57119.28	9519.88		
TOTAL	11	239808.67			
CV%	7.22				
R ²	0.76				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N° 7. Peso final.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

El peso final de las cobayas en la investigación, se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), peso promedio fue de 1352.0 g/animal, el mayor peso lo alcanzó el T2 FVH de cebada con 1502.8 g/animal; coeficiente de variación 7.22%.

Allán, C. 2011. Evaluación del cultivo hidropónico deshidratado en base a cebada con sustitución de la alfalfa en la alimentación de cuyes peruano mejorado durante la fase de crecimiento engorde, el peso a los 60 días es de 962.5 g.

Al determinar el resultado obtenido por *Allán, C.* estableció un peso inferior, se concluye que varios son los elementos que intervinieron como disponibilidad y calidad del alimento, manejo zootécnico, asimilación de nutrientes contenido en el FVH y buenas prácticas de bioseguridad.

5.2. GANANCIA DE PESO

Cuadro N°14. Resultado prueba de Duncan en la variable. Ganancia de peso.

GANANCIA DE PESO (g)						
Variables	Tratamiento					
	Testigo, FVH Cebada, FVH Maíz forrajero, FVH Trigo					
Ganancia 15 días	T2	T3	T4	T1	CV%	\bar{x}
*	70.6 b	43.5 ab	29.0 a	17.8 a	41.4	40.2
Ganancia 30 días	T2	T3	T4	T1	CV%	\bar{x}
*	98.8 c	84.7 bc	79.0 b	18.8 a	12.2	70.3
Ganancia 45 días	T2	T3	T4	T1	CV%	\bar{x}
*	389.9 b	259.0 ab	252.2 ab	98.4 a	34.2	249.8
Ganancia 60 días	T1	T4	T2	T3	CV%	\bar{x}
NS	372.1 a	309.9 a	253.4 a	239.9 a	44.2	293.8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

5.2.1. Ganancia de peso 15 días

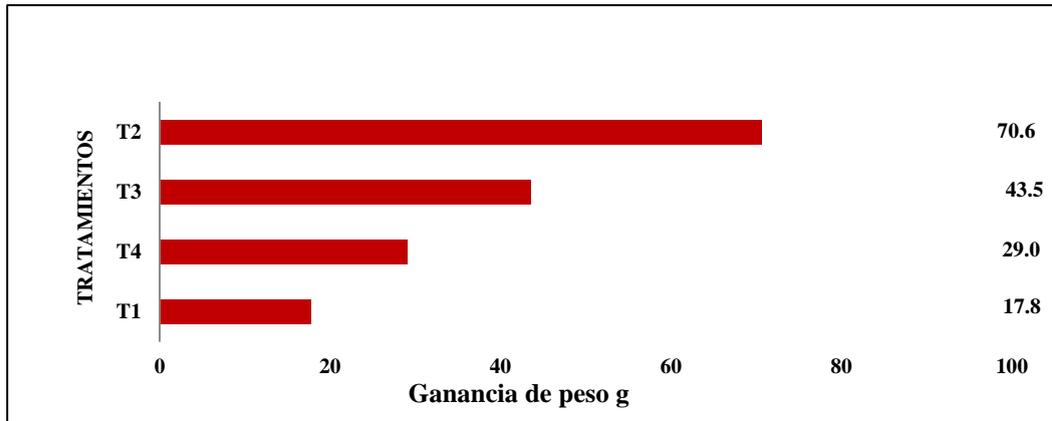
Cuadro N°15. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso 15 días.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	4696.06	1565.35	5.61	0.0355
REPETICIÓN	2	753.57	376.79	1.35	0.3277
ERROR	6	1673.05	278.84		
TOTAL	11	7122.68			
CV%	41.47				
R ²	0.77				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N° 8. Ganancia de peso 15 días.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

La ganancia de peso a los 15 días de la investigación no se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), con un promedio de 40.2 g/animal distribuidos al azar; la mayor ganancia de peso lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 70.67 g/animal; coeficiente de variación 41.47%.

Rea, M. 2012. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero “El Mirador” Barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, Provincia de Chimborazo, la ganancia de peso fue de 109 g/cobayo.

En relación al resultado obtenido por *Rea, M.* se determinó una ganancia de peso superior; se deduce que varios son los factores que influyeron como la calidad, palatabilidad y textura del alimento.

5.2.2. Ganancia de peso 30 días.

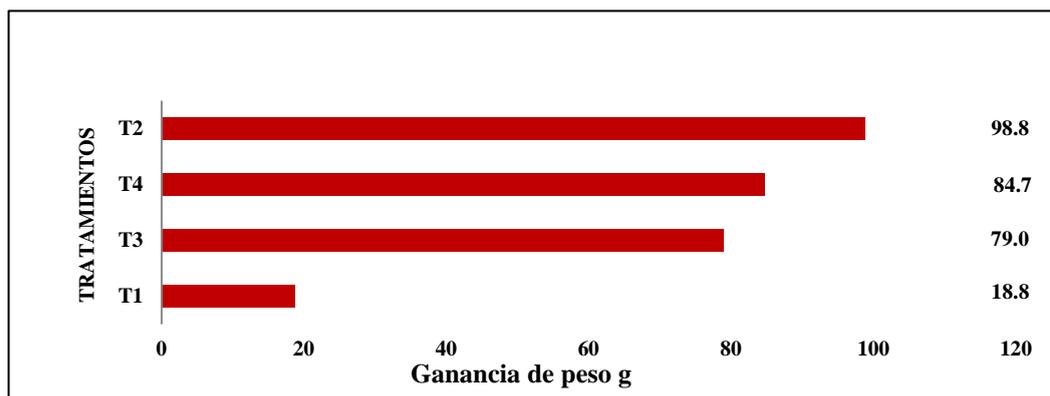
Cuadro N°16. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso 30 días.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	11242.35	3747.45	50.65	0.0001
REPETICIÓN	2	1346.26	673.13	9.10	0.0153
ERROR	6	443.95	73.99		
TOTAL	11	13032.56			
CV%	12.23				
R²	0.97				

Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Gráfico N° 9. Ganancia de peso 30 días.



Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Análisis e interpretación

La ganancia de peso a los 30 días de investigación se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), ganancia promedio de 70.3 g/animal distribuidos al azar, en la cual la mayor ganancia lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 98.8 g/animal; coeficiente de variación 12.23%.

Sánchez, E. 2017. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) en diferentes estados de madurez en el engorde de cuyes en la Hoya de Loja, en cuanto a la ganancia promedio de peso a la sexta semana fue de 44.2 g/animal.

En relación al resultado obtenido por *Sánchez, E.* se obtuvo una ganancia de peso inferior, se deduce que varios son los elementos que intervinieron como temperatura, dietas alimenticias, patologías y metabolismo.

5.2.3. Ganancia de peso 45 días.

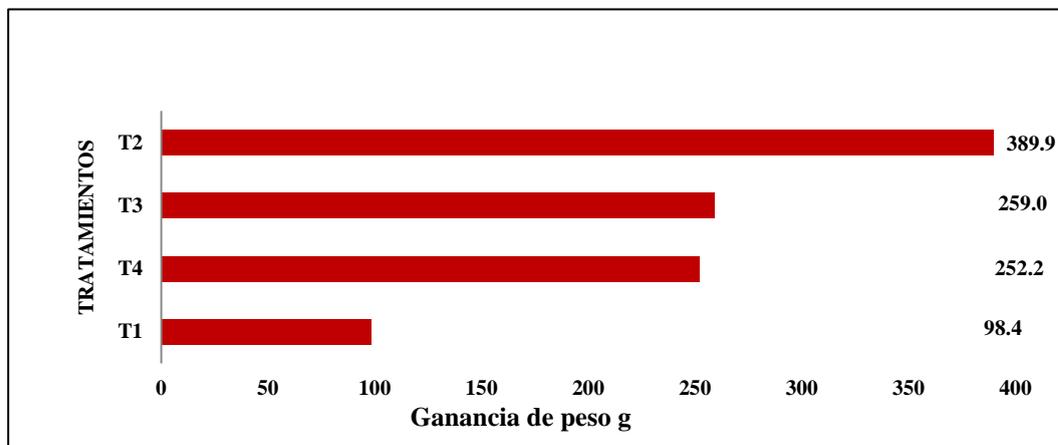
Cuadro N°17. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso 45 días.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	95043.94	31681.31	4.74	0.0504
REPETICIÓN	2	3649.04	1824.52	0.27	0.7702
ERROR	6	40129.75	6688.29		
TOTAL	11	138822.73			
CV%	34.25				
R²	0.71				

Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Gráfico N°10. Ganancia de peso 45 días.



Fuente: *Investigación de campo 2021*

Elaborado por: *Silvana Córdova Sailema.*

Análisis e interpretación

La ganancia de peso a los 45 días de la investigación se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), como promedio de 249.8 g/animal distribuidos al

azar, la mayor ganancia lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 345.5 g/animal; coeficiente de variación 34.25%.

Rea, M. 2012. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero “El Mirador” Barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, Provincia de Chimborazo, con una ganancia de peso a los 45 días con 97.9 g/cobayo.

En relación al resultado obtenido por *Rea, M.* se evidenció una ganancia de peso inferior, se prescribe que varios son los factores que intervinieron como el tipo de la investigación, genética, salud, manejo y nutrición.

5.2.5. Ganancia de peso total desde el inicio hasta la finalización del proyecto de investigación

Cuadro N°19. Resultado prueba de Duncan en la variable. Ganancia de peso total.

GANANCIA DE PESO TOTAL (g)						
Variables	Tratamiento					
	Testigo, FVH Cebada, FVH Maíz forrajero, FVH Trigo					
Ganancia total	T2	T4	T3	T1	CV%	\bar{x}
*	812.7 b	670.1 ab	627.2 a	507.2 a	13.52	654.3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

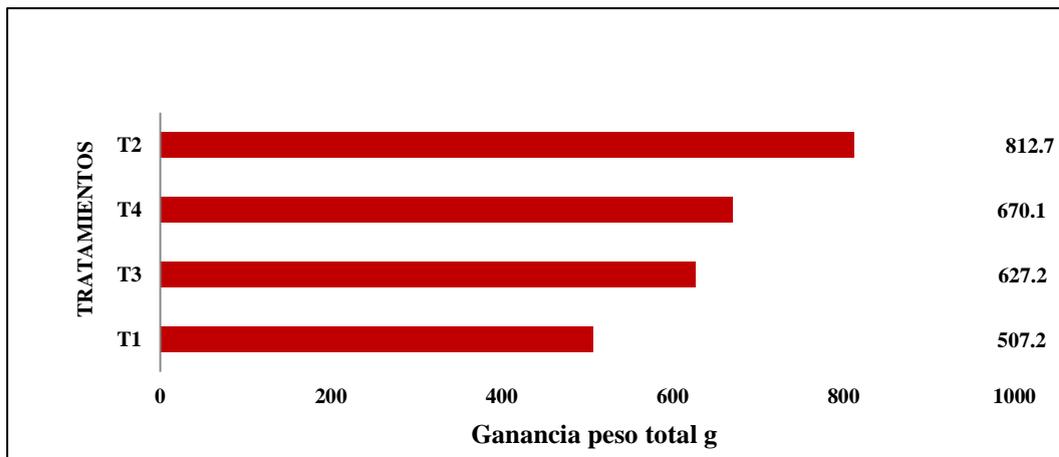
Cuadro N°20. Resultados de ADEVA. Ganancia de peso total.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	143140.64	47713.55	6.09	0.0298
REPETICIÓN	2	45330.07	22665.04	2.89	0.1318
ERROR	6	46974.72	7829.12		
TOTAL	11	235445.43			
CV%	13.52				
R ²	0.80				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°12. Ganancia de peso total.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

La ganancia de peso total desde el inicio hasta finalizar la investigación tuvo un promedio de 654.3 g/animal, distribuidos al azar; donde el T2 FVH de cebada obtuvo una ganancia de 812.7 g/animal; coeficiente de variación 13.52%.

Sinchiguano, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes; la ganancia de peso en cuyes al finalizar el experimento en las etapas de crecimiento – engorde, los animales del tratamiento FVH de cebada con una ganancia de peso de 644.2 g.

En relación al resultado obtenido por *Sinchiguano, M.* evidenció una ganancia de peso inferior, se deduce que varios son los factores que intervinieron como digestibilidad, palatabilidad, salud, nutrición, adaptabilidad y manejo zootécnico.

5.3. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

Cuadro N°21. Resultado prueba de Duncan variable. Consumo total de alimento.

CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO (g)						
Variable	Tratamiento FVH Cebada, FVH Maíz forrajero, FVH Trigo, Testigo					
	T2	T4	T3	T1	CV%	\bar{x}
*	2007.3 c	1892.8 b	1861.7 b	1667.4 a	2.84	1857.3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

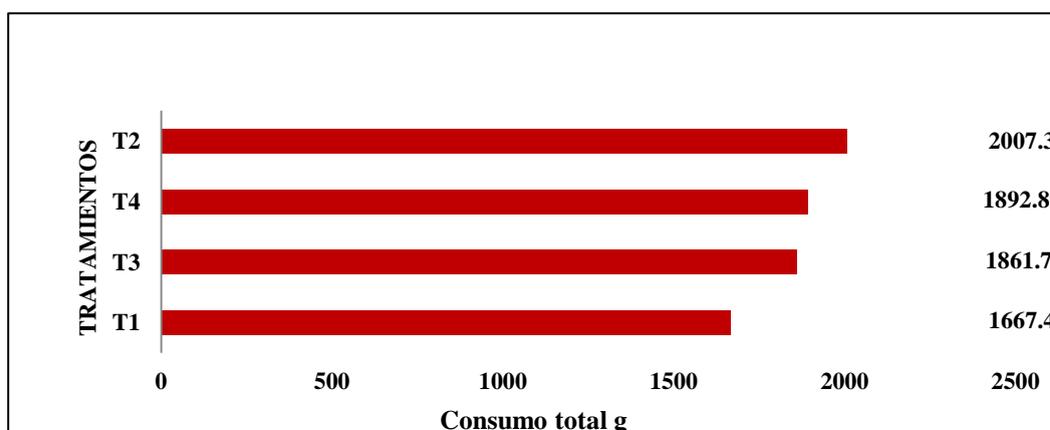
Cuadro N°22. Resultados de ADEVA. Consumo total de alimento.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	179554.86	59851.62	21.54	0.0013
REPETICIÓN	2	6239.25	3119.62	1.12	0.3852
ERROR	6	16668.20	2778.03		
TOTAL	11	202462.31			
CV%	2.84				
R ²	0.92				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°13. Consumo total de alimento.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

El consumo total de alimento en la investigación con un promedio total de 1857.3 g/lote, distribuidos al azar; en la cual se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), el mayor consumo total de alimento promedio lo obtuvo el T2 FVH de cebada con 2007.3 g/animal; coeficiente de variación 2.84%.

Gómez, M. 2007. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimientos y engorde en cuyes; el consumo total de alimento, durante los 45 días de la etapa de engorde, difirió estadísticamente, presentado un consumo de 2091.9 g.

En relación al resultado obtenido por *Gómez, M.* determinó un consumo superior, se deduce que varias son las causas que influyeron como el número de animales y cantidad suministrada.

5.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Cuadro N°23. Resultado prueba de Duncan en la variable. Conversión alimenticia.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA						
Variable	Tratamiento					
	Caña de maíz, FVH Cebada, FVH Maíz forrajero, FVH Trigo					
PRODUCCION	T2	T4	T3	T1	CV%	\bar{x}
NS	2.4 a	2.8 a	2.9 a	3.5 a	17.85	2.9

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

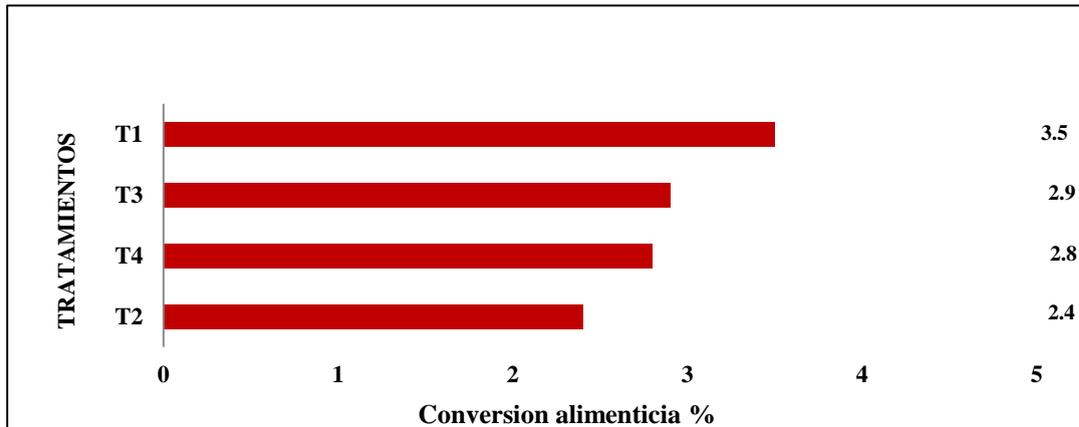
Cuadro N°24. Resultados de ADEVA. Conversión alimenticia.

FV	GL	SC	CM	F	P-VALOR
TRATAMIENTO	3	1.79	0.60	2.14	0.1965
REPETICIÓN	2	1.10	0.55	1.98	0.2188
ERROR	6	1.67	0.28		
TOTAL	11	4.57			
CV%	17.85				
R ²	0.63				

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°14. Conversión alimenticia.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

La conversión alimenticia en la investigación realizada, no se observan diferencias entre los tratamientos ($P > 0.05$), con una conversión promedio de 2.9/tratamiento, distribuidas al azar; la mejor conversión alimenticia lo obtuvo el T2 FVH cebada con 2.4; coeficiente de variación 17.85%.

Iles, S. 2013. Determinación del porcentaje óptimo de forraje hidropónico de maíz y trigo en cobayos (*Cavia porcellus*) para engorde, Granja La Pradera Chaltura; la conversión alimenticia total promedio fue de 1.81% durante la etapa de engorde de los cobayos.

En relación a los resultados obtenidos por *Iles, S.* determinó una conversión alimenticia inferior, se estipula que varios son los elementos que influyeron como el consumo de alimento, peso corporal, genética y composición nutritiva de la dieta.

5.5. Mortalidad %

Cuadro N°25. Resultado prueba de Duncan en la variable. Mortalidad

MORTALIDAD %						
Variable	TRATAMIENTO					
	Caña de maíz – FVH Cebada – FVH Maíz forrajero - FVH Trigo					
MORTALIDAD	T1	T2	T3	T4	CV%	\bar{x}
NS	0 a	0 a	0 a	0 a	0	0

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Fuente: Investigación de campo 2021

Análisis e interpretación

La mortalidad registró valores imparciales con una media general de 0% /tratamientos distribuidos al azar, en la cual no se observan diferencias entre los tratamientos ($P>0.05$).

Casa, C. 2008. Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes; registró un porcentaje de mortalidad 0%.

En relación al resultado obtenido por *Casa, C.* determinó una mortalidad similar, se considera que varios son los componentes que intervinieron como el manejo zootécnico, bioseguridad, sistema de alojamiento y genética.

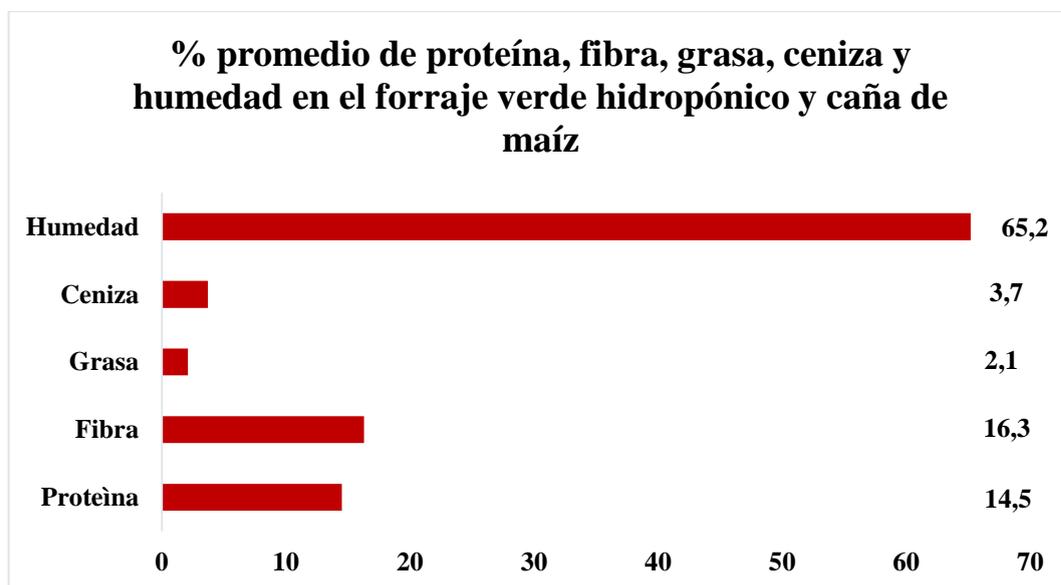
5.6. Análisis bromatológico del forraje verde hidropónico y caña de maíz

Cuadro N°26. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad en el forraje verde hidropónico y caña de maíz.

Forraje	% Proteína	% Fibra	% Grasa	% Ceniza	% Humedad
Técnica analítica	Kjeldahl	AOAC 962.09	AOAC 920.39 C	Gravimétrico	Gravimétrico
Caña de maíz	11.7	20.3	1.1	5.8	13.1
Cebada	15.8	16.1	2.3	4.1	83.4
Maíz forrajero	12.9	13.2	2.7	1.9	79.2
Trigo	17.7	15.8	2.2	3.0	85.2
\bar{x}	14.5	16.3	2.1	3.7	65.2

Fuente: Carlos Mayorga, TOTAL CHEM Lab., 2021

Gráfico N°15. % promedio de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad en el forraje verde hidropónico y caña de maíz.



Fuente: Investigación de campo 2021
Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

De acuerdo a los resultados del análisis bromatológico de los forrajes verdes hidropónicos de cebada, maíz forrajero, trigo y de la caña de maíz; enviado al Laboratorio TOTAL CHEM, del Ing. Carlos Mayorga, Ambato – Ecuador; se deduce que presentaron diferentes porcentajes en sus contenidos de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad; con un promedio de proteína con 14.5%; donde se destacó con mayor contenido el forraje de trigo con 17.7%, seguido por el forraje de cebada con 15.8%, le sigue el forraje de maíz forrajero con 12.9% y con menor cantidad la caña de maíz con 11.7%.

Porcentaje promedio de fibra con 16.3%, el cual reportó un mayor contenido la caña de maíz con 20.3%, continuamente el forraje de cebada con 16.1%, seguido del forraje de trigo con 15.8% y en menor contenido el forraje de maíz forrajero con 13.2%.

El porcentaje promedio de grasa con 2.1%, el cual presentó un mayor contenido el forraje de maíz forrajero con 2.7%, seguido del forraje de cebada con 2.3%, continuamente el forraje de trigo con 2.2% y en menor contenido la caña de maíz con 1.1%.

El porcentaje promedio de ceniza presenta 3.7%, el cual reportó un mayor contenido la caña de maíz con 5.8%, le sigue el forraje de cebada con 4.1%, seguido por el forraje de trigo con 3.0% y en menor contenido el forraje de maíz forrajero con 1.9%.

El porcentaje promedio de humedad con 65.2%, el cual presentó un mayor contenido el forraje de trigo con 85.2%, seguido del forraje de cebada con 83.4%, continuamente el forraje de maíz forrajero con 79.2% y en menor cantidad la caña de maíz con 13.1%.

Sinchiguano, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes; obtuvo los siguientes resultados:

El contenido de proteína cruda, presenta un promedio de 13.9%, mayor contenido el forraje de vicia con 20.6%; seguido del forraje de trigo con 14.2%; luego sigue el forraje de maíz con 12.3%; seguido por el forraje de cebada con 10.1% y en menor contenido el forraje de avena con 9.2%.

El contenido de fibra cruda, presenta un promedio de 22.3%, con mayor contenido el forraje de trigo con 25.9%; seguido del forraje vicia con 24.5%; luego le sigue el forraje de maíz con 24.2%; seguido del forraje de avena con 22.1% y en menor contenido el forraje de cebada con 12.5%.

El contenido de grasa, presenta un promedio de 3.1%, un mayor contenido el forraje de maíz con 4.1%; seguido del forraje de cebada con 3.2%; y en menor contenido los forrajes de trigo, avena y vicia con 3%.

El contenido de ceniza, presenta un promedio de 4%; determinándose un mayor contenido el forraje de trigo con 3.3%; seguido de los forrajes de avena y vicia con 3%; luego le sigue el forraje de maíz con 2.5% y en menor contenido el forraje de cebada con 2.4%.

El contenido de humedad, presenta un promedio de 78.8%; con un mayor contenido el forraje de trigo con 83.6%; le sigue el forraje de maíz con 83.0%; seguido del forraje de vicia con 79.5%; le sigue el forraje de cebada con 76.8% y en menor contenido el forraje de avena con 73.8%.

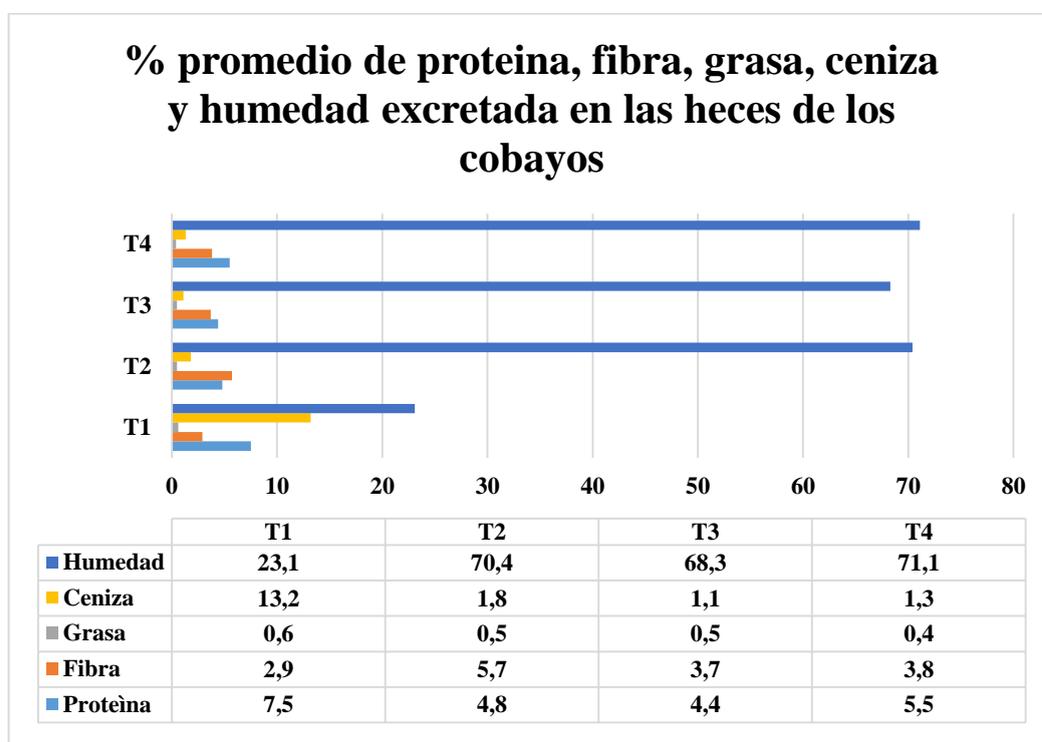
5.7. Análisis bromatológico de las heces de los cobayos

Cuadro N°27. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad excretada en las heces.

ID. Cliente		% Proteína	% Fibra	% Grasa	% Cenizas	% Humedad
Método de ref.		Kjeldahl	AOAC 962.09	AOAC 920.39 C	Gravimétrico	Gravimétrico
T1R1	CM	7.5	2.9	0.6	13.5	25.7
T1R2	CM	7.4	2.9	0.7	13.4	21.3
T1R3	CM	7.6	2.9	0.4	12.8	22.4
X̄		7.5	2.9	0.6	13.2	23.1
T2R1	FVHC	4.8	5.2	0.6	1.5	72.4
T2R2	FVHC	5.4	6.5	0.5	1.9	68.5
T2R3	FVHC	4.3	5.6	0.5	1.9	70.3
X̄		4.8	5.7	0.5	1.8	70.4
T3R1	FVHM	4.6	3.5	0.6	1.1	69.3
T3R2	FVHM	4.2	3.7	0.5	0.9	65.6
T3R3	FVHM	4.3	4.0	0.6	1.2	70.2
X̄		4.4	3.7	0.5	1.1	68.3
T4R1	FVHT	5.6	3.4	0.4	1.0	69.2
T4R2	FVHT	5.2	4.1	0.5	1.5	73.0
T4R3	FVHT	5.5	3.9	0.4	1.3	71.2
X̄		5.5	3.8	0.4	1.3	71.1

Fuente: Carlos Mayorga, TOTAL CHEM Lab., 2021

Gráfico N°16. Porcentaje promedio de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad excretada en las heces de los cobayos.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

En los resultados del análisis bromatológico de las heces, se observa con menor porcentaje de proteína excretada el T3 con 4.4%, continuando el T2 con 4.8%, continuamente el T4 con 5.5% y con mayor excreción el T1 7.5%.

Con menor excreción en fibra está el T1 con 2.9%, seguido del T3 con 3.7%, continuando el T4 con 3.8% y con mayor excreción está el T2 con 5.7%.

Menor grasa excretada está el T4 con 0.4%, continuando el T2 y T3 con 0.5% y con mayor excreción el T1 con 0.6%.

Menor porcentaje de ceniza excretada está el T3 con 1.1%, continuando el T4 con 1.3% continuando el T2 con 1.8% y con mayor excreción el T1 con 13.2%.

Con menor porcentaje de humedad excretada está el T1 con 23.1%, seguido del T3 con 68.3%, continuando el T2 con 70.4% y con mayor excreción está el T4 con 71.1%.

No se puede realizar una comparación con otros autores ya que los tesisistas o investigadores no registraron datos con relación a análisis bromatológicos de las heces de los cobayos sometidos a investigaciones.

5.8. Digestibilidad verdadera

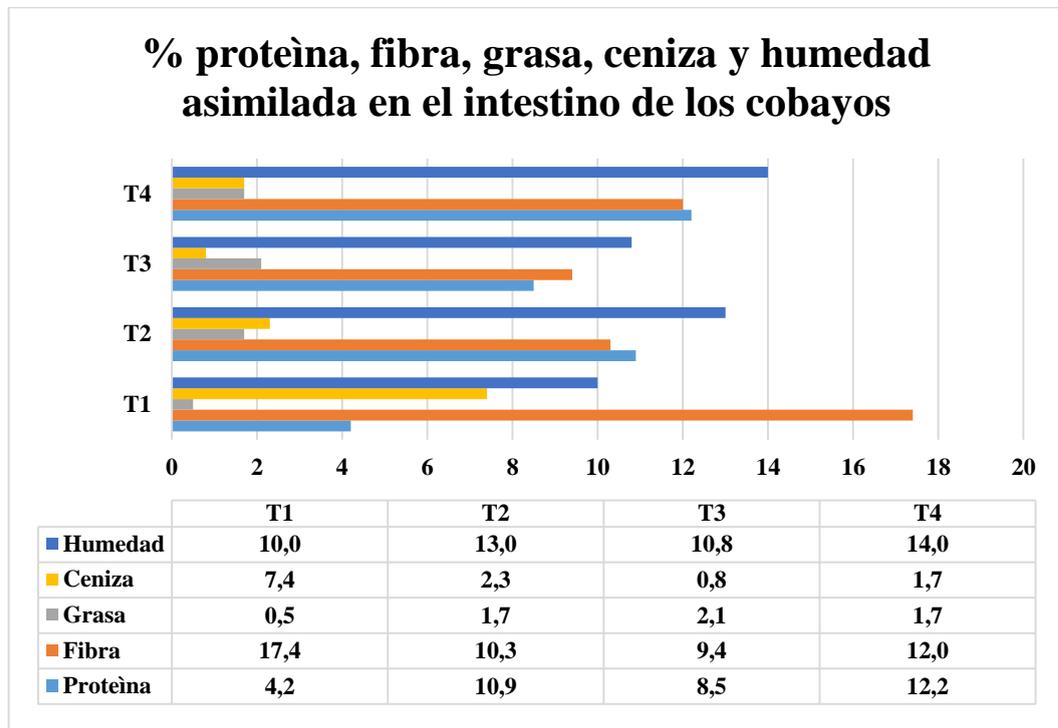
Cuadro N° 28. Determinación de la digestibilidad verdadera de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad asimilada en el intestino de los cobayos.

Variable	T1	T2	T3	T4
Proteína	4.2%	10.9%	8.5%	12.2%
Fibra	17.4%	10.3%	9.4%	12.0%
Grasa	0.5%	1.7%	2.1%	1.7%
Ceniza	7.4%	2.3%	0.8%	1.7%
Humedad	10.0%	13.0%	10.8%	14.0%

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Gráfico N°17. Porcentaje de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad asimilada en el intestino de los cobayos.



Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Silvana Córdova Sailema.

Análisis e interpretación

Mediante los resultados obtenidos se determina que existe una mayor asimilación de proteína el T4 con 12.2%, le sigue el T2 con 11.0%, continúa el T3 con 8.5% y finalmente el T1 con 4.1%.

Una mayor asimilación de fibra el T1 con 23.3%, le sigue el T4 con 11.9%; continúa el T2 con 10.3% y finalmente el T3 con 9.4%.

Mayor asimilación de grasa el T3 con 2.1%, continuando el T2 con 1.8%, continúa el T4 con 1.7% y finalmente el T1 con 0.5%.

Existe una mayor asimilación de ceniza el T1 con 7.3% le sigue el T2 con 2.3%; continuando el T4 con 1.7% y finalmente el T3 con 0.7%.

Se determina que existe una mayor asimilación de humedad el T4 con 14.0%; le sigue el T2 con 12.9%, continuando el T3 con 10.8% y finalmente el T1 con 10.0%.

No se puede realizar una comparación con otros autores ya que los tesisistas o investigadores no registraron datos con relación a análisis bromatológicos de las heces de los cobayos sometidos a investigaciones.

5.9. Análisis económico

Cuadro N°29. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP).

RUBROS	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
EGRESOS				
Costos de animales ¹	60.0	60.0	60.0	60.0
Caña de maíz ²	50.0	0.0	0.0	0.0
Grano de cebada ³	0.0	24.0	0.0	0.0
Grano de maíz forrajero ⁴	0.0	0.0	60.0	0.0
Grano de trigo ⁵	0.0	0.0	0.0	23.0
Fármacos ⁶	3.0	3.0	3.0	3.0
Análisis laboratorio ⁷	166.0	166.0	166.0	166.0
Servicios básicos ⁸	2.0	2.0	2.0	2.0
Mano de obra ⁹	0.0	20.0	20.0	20.0
Total egresos	281.0	275.0	311.0	274.0
INGRESOS				
Venta de cobayas en pie ¹⁰	60.0	300.0	180.0	180.0
Venta de abono ¹¹	5.0	5.0	5.0	5.0
Total ingresos	65.0	305.0	185.0	185.0
Neto	-216.0	30.0	-126.0	-89.0
BENEFICIO/COSTO (USD)	0.23	1.10	0.59	0.67

1. Costo de animales: \$ 5.0

2. Costo caña de maíz \$ 4.1

3. Costo grano de cebada \$ 2.00

4. Costo grano de maíz forrajero \$ 2.5

5. Costo grano de trigo \$ 1.91

6. Costo fármacos: \$ 0.25/cuy

7. Costo Análisis laboratorio T1-T2-T3-T4 \$ 13.83/cuy

8. Servicios básicos: \$2.00

9. Mano de obra: T1 \$ 0.0-T2 \$ 20.0-T3 \$20.0-T4 \$20.0

10. Venta cuy en pie: T1 \$ 5.0/cuy T2 \$ 25.0/cuy T3-T4 \$ 15.0/cuy

11. Venta de abono: \$ 5.0/Tratamiento

Para evaluar el análisis económico en la investigación se consideraron; los egresos determinados por los costos de producción animal, el precio de cada forraje verde hidropónico, la caña de maíz, medicina veterinaria, análisis de laboratorio, servicios básicos y mano de obra; los ingresos obtenidos con la venta de los animales y del abono producido. La relación beneficio costo dentro de los tratamientos con forraje verde hidropónico la mayor relación beneficio costo lo obtiene el mejor ingreso el T2 cobayos alimentados con FVH de cebada, determinándose indicadores de Beneficio/Costo de 1.10 USD, durante la etapa de engorde se obtiene un beneficio neto de 0.10 ctvs., siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad; posteriormente con menores valores se ubicaron los demás tratamientos, sin embargo se debe resaltar que la diferencia en cuanto a rentabilidad es importante, al considerarse que el beneficio en la explotación de cobayos depende de los volúmenes de producción. En función a estos resultados, se demuestra que la rentabilidad en la producción de cuyes, al utilizar el forraje verde hidropónico de cebada es superior a la producción convencional.

VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en esta investigación, se acepta la hipótesis alterna (H1); ya que la evaluación de la digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayas de engorde influyó estadísticamente sobre las variables evaluadas en los animales a través de la investigación.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

De acuerdo con los resultados y análisis estadísticos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- Es factible producir forraje verde hidropónico de cebada, maíz forrajero y trigo, como alternativa para la alimentación animal de buena calidad en cualquier época del año.
- El mayor peso final lo registro el T2 con un promedio de 1502.8 g/animal; obteniendo una ganancia de peso el T1 con 372.1 g/animal; alcanzando un mejor índice de conversión alimenticia el T2 con 2.4%, con un beneficio neto de \$ 1.10 el T2 y determinando un rendimiento de 2 Kg de forraje verde/bandeja el T2.
- El mayor porcentaje de digestibilidad in vivo en materia seca fue el T4 forraje verde hidropónico de trigo, con mayor asimilación de proteína con 12.2% y humedad con 14.0%; determinando una alta digestibilidad por el organismo lo que lleva a un buen crecimiento y desarrollo.
- Los resultados de esta investigación nos permiten deducir que los componentes más importantes en la evaluación de digestibilidad in vivo de tres especies de forraje verde hidropónico en cobayos de engorde fueron los siguientes: genético, palatabilidad, manejo zootécnico y bioseguridad, los que contribuyeron al bienestar y producción animal.

7.2. Recomendaciones

- Producir forraje verde hidropónico como una alternativa productiva de alta sanidad y calidad nutricional, aprovechando los recursos en periodo relativamente corto, en cualquier época del año y localidad geográfica.
- Administrar y realizar ensayos de digestibilidad de forraje verde hidropónico de diversas gramíneas y leguminosas como alternativa alimenticia y nutricional para animales de granja.
- Proponer a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Estatal de Bolívar la implementación de un invernadero para la producción de forraje verde hidropónico de diversas gramíneas y leguminosas para la alimentación de los animales como modelo productivo económico integral local.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aliaga, L. (2015.). Producción de cuyes. Lima.: Universidad Católica Sedes Sapientiae.
2. Aliaga, L. (2016). *Parición y destete de cobayos. Primer curso nacional de cuyes*. UNCP, EEA La Molina, EEA Santa Ana, CENCIRA.
3. Álvarez, M. (2017). *"Manual de Crianza de Cuyes Proyecto IQVC 090- Evaluación de Dietas Alimenticias, Sistemas de Crianza y Líneas de Cuyes para mejorar la nutrición e ingresos de las familias dedicadas a esta actividad en Tungurahua, Azuay y Loja"*.
4. Álvarez, M. (2018). *"Manual de Crianza de Cuyes. Tungurahua: Proyecto IQVC 090 - Evaluación de Dietas Alimenticias, Sistemas de Crianza y Líneas de Cuyes para mejorar la nutrición e ingresos de las familias dedicadas a esta actividad en Tungurahua, Azuay y Loja"*.
5. Amador A, B. C. (2015). *Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje*. Agronomía Mesoamericana.
6. Amaya, L. (2017). *Uso de los cultivos hidropónicos bajo invernadero*. Barcelona, España.
7. Benítez, M. (2016). *Sistemas de Alimentación Cuyes*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

8. Bondi, A. (2015). *Nutrición animal*. Zaragoza.ES: Trad. Rafael Sanz Arias .
9. Caballero, A. (2016). *Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (Cavia porcellus)*. Lima: Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM.
10. Carballo, M. (2017). *Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal*. Culiacán, Sinaloa.
11. Castellanos, W. (2018). *Comercialización y crianza de cobayos*. Lima, Perú: WasiCuyPeru.
12. Chang, M. (2016). *Producción de Forraje Verde Hidropónico*. Lima-Perú: Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral.
13. Chauca, F. (2015). *Producción de cuyes (Cavia porcellus) en los países andinos*. Revista Mundial de Zootecnia .
14. Chauca, F. (2018). Experiencias de Perú en la producción de cuyes (Cavia porcellus). Barinas, Venezuela: IV Symposium de especies animales subutilizadas, Libro de conferencias, UNELLEZ - AVPA.
15. Chauca, F. H. (2017). Factores que afectan el rendimiento de carcasa de cuyes. Pucallpa, Perú: XV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).
16. Church, D. (2015). *Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes*. Zaragoza, España: Acribia.
17. Coronado, S. (2017). *Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro*. Huancayo, Perú: Talleres Gráficos PRESSCOM.

18. Costales, F. (2015). Manual de Crianza y Producción de Cuyes. Una alternativa productiva, económica, ambiental y solidaria. Quito, Ecuador: Edit. Imprefepp.
19. Cruz, H. (2018). Manejo Técnico de Cuyes. Ambato, Ecuador: Primera Edición.
20. Elizondo, J. (2016). Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana.
21. Esquivel, J. (2017). *Criemos cuyes*. Cuenca, Ecuador: Impresión Instituto de investigaciones Sociales IDIS.
22. Figueroa, C. (2018). *El cuy, su cría y explotación*. Perú: Centro Ideas, Programa San Marcos, Cajamarca, Línea Técnica Pecuaria, Centro Warisata, Perú.
23. Gómez, M. (2016). *Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento y engorde de cuyes*. Riobamba - Ecuador: Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
24. Gutiérrez, D. (2017). Cría y producción de cuyes. *Proyecto "Desarrollo de las capacidades en la crianza de cuyes en el centro experimental de Cota y la asociación de mujeres del municipio de Pucarani - I.D.H"* (pág. 14). La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía.
25. Gutierrez, I. (2017). *Cultivos hidropónicos. Fascículo 9.sn*. Bogotá: Géminis.

26. H, T. (2016). *Producción Comercial de Cuyes Alimentados con Forraje Verde Hidropónico*. Arequipa-Perú.
27. H, T. (2017). *Producción de forraje verde hidropónico*. Arequipa, Perú.
28. Heifer. (2017). *"Manejo de animales menores cuyes con énfasis en Etnoveterinaria"*. Perú: Folleto número 2.
29. Hidalgo, M. (2015). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía I. Evaluación Preliminares en Avena y Triticale*. Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción. Sede Chillán.
30. Huamán, C. (2018). Efecto de la inclusión de cebada grano y semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo de beneficio de cuyes. Perú: Rev. Investig. Vet., vol.24, no.1. ISSN 1609.9117.
31. Luis, S. V. (2016). *Conferencia sobre cultivos hidropónicos, exposición en la bolsa de Cereales*. Buenos Aires, Argentina: Revista La Serenísima, N° 35.
32. Mc Donald, P., & Greenhalgh, R. E. (2016). *Nutrición Animal*. Zaragoza. España: 3° Edición. Editorial Acribia.
33. Mercurio, S. (2018). *Estación Experimental Agropecuario de la Molina*. Alimento Popular Ed. Mercurio S.A.
34. Mollo, G. (2016). Digestibilidad de forrajes de invierno para la alimentación en cuyes (*Cavia aparea porcellus*). Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Biología.
35. Moncayo, R. (2018). *Producción de cuyes, proceso productivo-alimentación*. Ibarra, Ecuador: Criadero Auquicuy.

36. Morales, O. (2017). *Forraje Verde Hidropónico y su Utilización en la Alimentación de Corderos Precozmente Destetados*. Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán.
37. Moreno, R. (2017). "El cuy" Universidad Nacional Agraria, Departamento de Producción Animal, Producción de Animales Menores. Segunda Edición.
38. Ñíguez, M. (2018). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo*. Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán.
39. Osorio, E. (2017). *Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina*. Bogotá-Colombia.
40. Parra, J. (2017). *Evaluación de los Alimentos a través de los Diferentes Métodos de Digestibilidad*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
41. Pérez, M. (2016). *El forraje hidropónico*. Bogotá: Fascículo 8. sn.
42. Pond, W. (2017). *Bases Científicas para la Nutrición de los Animales Domésticos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
43. Quispe, M. (2015). *Manejo de Animales Menores Cuyes con Énfasis en Etnoveterinaria*. Perú: Heifer Perú.
44. Quispe, M. (2017). *Manejo de Animales Menores Cuyes con Énfasis en Etnoveterinaria*. Perú.

45. Quispe, S. A. (2016). *Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Perú: Primera Edición, noviembre de 2016.
46. Rivas, D. (2015). *Prueba de crecimiento en cuyes (Cavia porcellus) con restricción en el suministro de forraje*. Lima, Perú: Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Zootecnia.
47. Rodríguez, A. (2016). *Como producir forraje verde hidropónico*. 3 Edición. Editorial Diana. Impreso en México.
48. Rodríguez, S. (2019). *Hidroponía: Una Solución de Producción en Chihuahua, México*. Lima, Perú: En Boletín Informativo de Red Hidroponía No 9. CIHNM. UNALM.
49. Rosa, H. O. (s.f). *Tecnificación de la crianza de cuyes para el mercado nacional*. Lima - Perú.
50. Ruiz, J. (2016). *Importancia de la Utilización de Diferentes Técnicas de Digestibilidad en la Nutrición y Formulación Porcina*.
51. Samperio, G. (2017). *Hidroponía básica*. México: 1a ed. Edit. Diana.
52. San Miguel, L. (2015). *Manual de Crianza de Animales*. Lexus Editores, Pags. 422-441.
53. Sánchez, A. (2016). *Informes Técnicos de Estadía*. Montevideo, Uruguay: Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo (DINAE - Ministerio de Trabajo y Seguridad Social).
54. Sánchez, F. (2018). *Hidroponía, Principios y Métodos del Cultivo*. México: 3a ed. Editorial. Universidad Autónoma Chapingo.

55. Santander, F. (2016). *Forraje verde hidropónico*. Obtenido de En línea. Consultado 18 de abril 2012: C:\users\desktop\forraje verde hidroponico6.htm.
56. Sepúlveda, R. (2016). *Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico*. Santiago, Chile.
57. Sinchiguano, M. (2017). *Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes*.
58. Torres, A. (2015). *Evaluación de dos niveles de energía y dos niveles de proteína en dietas de crecimiento-engorde de cuyes*. Trabajo de Investigación.
59. Valdivia, B. (2016). *Producción de F.V.H. Curso taller Internacional de Hidroponía*. Lima, Perú.
60. Vergara, V. (2018). *Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares*. INIA-EELM-EEBI.
61. Walsberg, G. (2017). *How Useful is Energy Balance as a Overall Index of Stress in Animals*. *Horm.Behav.*43:16-17.
62. Yáñez, W. (2018). *Manual de crianza de cuyes*. Ambato: Presentación en programas de capacitación agropecuaria.
63. Zaldívar, A. (2016). *Crianza de cuyes y generalidades*. Perú: I Curso nacional de cuyes, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Ubicación de la investigación



Provincia: Bolívar
Cantón: Guaranda
Parroquia: Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector: Laguacoto II
Altitud: 2800 msnm
Latitud: -1.56667
Longitud: -79.0167

ANEXO N° 3

Análisis bromatológico de heces



CLIENTE

Cliente: Silvana Cordova

Dirección: Guaranda Teléfono:

Provincia: Bolívar Cantón: Guaranda ID. Lab 40

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: abono organico de cuy Fecha de ensayo: del 15 de enero al 15 de febrero

Fecha de toma de muestra: 15/01/2021 Dirección de la muestra: guaranda

Fecha de recepción en: 16/01/2020

Observaciones: Muestra tomada por el cliente

ID. Cliente	ID. Lab	Proteína %	Fibra %	Grasa %	Ceniza %	Humedad %
Método de referencial		Kjeldahl	AOAC 982.09	AOAC 920.39 C	Gravimétrico	Gravimétrico
Cebada T1R1	40,4	4,81	5,25	0,63	1,58	72,45
Cebada T1R2	40,6	5,44	6,54	0,51	1,95	68,50
Cebada T1R3	40,8	4,31	5,60	0,58	1,90	70,30
Malz T1R1	40,7	4,63	3,54	0,65	1,12	69,30
Malz T1R2	40,8	4,25	3,71	0,54	0,98	65,60
Malz T1R3	40,9	4,38	4,01	0,60	1,21	70,24
Trigo T1R1	40,10	5,69	3,48	0,49	1,06	69,23
Trigo T1R2	40,11	5,25	4,10	0,51	1,54	73,00
Trigo T1R3	40,12	5,56	3,98	0,45	1,32	71,24

Ing. Carlos Mayorga
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza únicamente de los análisis mas no de la toma de muestra
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado

Agua, abonos químicos, Sólidos, Alimentos, Bacterias, Suelo,
Microbiología, Agua, Suelo, Alimentos
Mantenido para toma de muestra

SERVICIOS ANALITICOS:

Cel: 998922817

ANEXO N°4. Base de datos

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



T1: Caña de maíz T2: Forraje verde hidropónico cebada T3: Forraje verde hidropónico maíz forrajero T4: Forraje verde hidropónico trigo													
Tratamiento	Repetición	Peso g					Ganancia de peso g				Consumo alimento	Conversión alimenticia	Mortalidad
		Inicial	15 días	30 días	45 días	Final	15 días	30 días	45 días	60 días			
1	1	677.0	691.7	733.0	844.7	1015.2	14.7	41.3	111.7	170.5	1584.7	4.6	0.0
1	2	695.5	716.5	727.0	834.7	1399.7	21.0	10.5	107.7	565	1749.4	2.4	0.0
1	3	710.5	728.2	733.0	808.7	1189.7	17.7	4.8	75.7	381	1668.1	3.4	0.0
	\bar{x}	694.3	712.1	731.0	829.4	1201.5	17.8	18.9	98.4	372.1	1667.4	3.5	0.0
2	1	673.0	753.7	869.2	1158.5	1454.2	80.7	115.5	289.3	295.7	1963.5	2.5	0.0
2	2	695.0	763.2	846.5	1291.2	1583.7	68.2	83.3	444.7	292.5	2071.9	2.3	0.0
2	3	702.2	765.2	863.0	1165.5	1470.5	63.0	97.8	302.5	305.0	1986.6	2.5	0.0
	\bar{x}	690.1	760.7	859.5	1249.4	1502.8	70.6	98.8	345.5	297.7	2007.3	2.4	0.0
3	1	724.2	732.5	820.2	1099	1299.7	8.2	87.7	278.8	200.7	1870.3	3.2	0.0
3	2	670.2	736.0	820	1139.5	1291.7	62.2	84.0	319.5	152.2	1863.0	2.9	0.0
3	3	685.7	743.0	825.5	1004.2	1371.0	57.2	82.5	178.7	366.8	1851.8	2.7	0.0
	\bar{x}	693.4	737.1	821.9	1080.9	1320.8	42.5	84.7	259.0	239.9	1861.7	2.9	0.0
4	1	723.0	738.2	834.2	1146.5	1395.0	15.2	96.0	312.3	248.5	1934.8	2.8	0.0
4	2	709.5	750.5	816	960.0	1447.0	41.0	65.5	144.0	487.0	1873.2	2.5	0.0
4	3	706.2	737.0	812.5	1113.0	1307.2	30.7	75.5	300.5	194.2	1870.4	3.1	0.0
	\bar{x}	712.9	741.9	820.9	1073.1	1383.0	29.0	79.0	252.2	309.9	1892.8	2.8	0.0

Tratamiento	Repetición	Digestibilidad Verdadera %					Bromatología forraje verde hidropónico y caña de maíz %					Bromatología de las heces %				
		Proteína asimilada	Fibra asimilada	Grasa asimilada	Ceniza asimilada	Humedad asimilada	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Humedad
1	1	4.2	17.4	0.5	7.7	12.6	11.7	20.3	1.1	5.8	13.1	7.5	2.9	0.6	13.5	25.7
1	2	4.3	17.4	0.4	7.6	8.2	11.7	20.3	1.1	5.8	13.1	7.4	2.9	0.7	13.4	21.3
1	3	4.1	17.4	0.7	7.0	9.3	11.7	20.3	1.1	5.8	13.1	7.6	2.9	0.4	12.8	22.4
\bar{x}		4.2	17.4	0.5	7.4	10.0	11.7	20.3	1.1	5.8	13.1	7.5	2.9	0.6	13.2	23.1
2	1	11.0	10.9	1.7	2.6	11.0	15.8	16.1	2.3	4.1	83.4	4.8	5.2	0.6	1.5	72.4
2	2	10.4	9.6	1.8	2.2	14.9	15.8	16.1	2.3	4.1	83.4	5.4	6.5	0.5	1.9	68.5
2	3	11.5	10.5	1.7	2.2	13.1	15.8	16.1	2.3	4.1	83.4	4.3	5.6	0.5	1.9	70.3
\bar{x}		10.9	10.3	1.7	2.3	13.0	15.8	16.1	2.3	4.1	83.4	4.8	5.7	0.5	1.8	70.4
3	1	8.3	9.7	2.1	0.8	9.9	12.9	13.2	2.7	1.9	79.2	4.6	3.5	0.6	1.1	69.3
3	2	8.7	9.5	2.2	1.0	13.6	12.9	13.2	2.7	1.9	79.2	4.2	3.7	0.5	0.9	65.6
3	3	8.6	9.2	2.1	0.7	9.0	12.9	13.2	2.7	1.9	79.2	4.3	4.0	0.6	1.2	70.2
\bar{x}		8.5	9.4	2.1	0.8	10.8	12.9	13.2	2.7	1.9	79.2	4.4	3.7	0.5	1.1	68.3
4	1	12.1	12.4	1.8	2.0	16.0	17.7	15.8	2.2	3.0	85.2	5.6	3.4	0.4	1.0	69.2
4	2	12.5	11.7	1.7	1.5	12.2	17.7	15.8	2.2	3.0	85.2	5.2	4.1	0.5	1.5	73.0
4	3	12.2	11.9	1.8	1.7	14.0	17.7	15.8	2.2	3.0	85.2	5.5	3.9	0.4	1.3	71.2
\bar{x}		12.2	12.0	1.7	1.7	14.0	17.7	15.8	2.2	3.0	85.2	5.5	3.8	0.4	1.3	71.1

ANEXO N° 5

Evidencias de la investigación



ADECUACIÓN DE ESTANTERÍAS



DESINFECCIÓN DE BANDEJAS



PESO DE SEMILLAS



DESINFECCIÓN SEMILLA



REMOJO DE SEMILLA



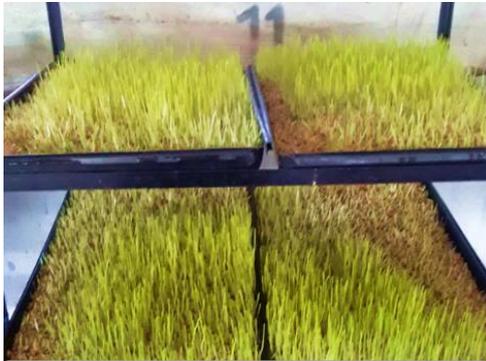
PRE-GERMINACIÓN SEMILLAS



GERMINACIÓN DE SEMILLA



SIEMBRA DE SEMILLAS



CRECIMIENTO DEL FORRAJE



COSECHA DEL FORRAJE



OREO DEL FORRAJE



PESAJE DEL FORRAJE



LLEGADA DE COBAYOS



PESAJE DE COBAYO



T1 ALIMENTACIÓN-CAÑA MAIZ



T2 ALIMENTACIÓN-FVH



T3 ALIMENTACIÓN-FVH FORRAJERO



T4 ALIMENTACIÓN-FVH TRIGO

ANEXO N°5

Tribunal Proyecto de Investigación



Silvana Córdova
EGRESADA



Méd. Alejandra Barrionuevo Mg.
DIRECTORA



Ing. Rodrigo Yáñez Mg.
ÁREA DE BIOMETRÍA



Dr. Luis Salas MSc.
**ÁREA DE REDACCIÓN
TÉCNICA**