

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Efecto de la incorporación de forraje hidropónico de tres tipos de gramíneas, sobre los parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*), desde los 15 días de nacidos hasta sus 1000 gr de peso vivo, en Fernández Salvador, Provincia del Carchi”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Rosero Caicedo Carla Jasmin

TUTOR: MSc. Balarezo Urresta Luis Rodrigo, PhD.

Tulcán, 2026.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Rosero Caicedo Carla Jasmin con el número de cédula 0450259692 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Efecto de la incorporación de forraje hidropónico de tres tipos de gramíneas, sobre los parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*), desde los 15 días de nacidos hasta sus 1000 gr de peso vivo, en Fernández Salvador, Provincia del Carchi".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Balarezo Urresta Luis Rodrigo, PhD.

TUTOR

Tulcán, junio de 2026

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de Agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Rosero Caicedo Carla Jasmin con cédula de identidad número 0450259692 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Rosero Caicedo Carla Jasmin

AUTOR

Tulcán, junio de 2026

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Rosero Caicedo Carla Jasmin declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Efecto de la incorporación de forraje hidropónico de tres tipos de gramíneas, sobre los parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*), desde los 15 días de nacidos hasta sus 1000 gr de peso vivo, en Fernández Salvador, Provincia del Carchi" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Rosero Caicedo Carla Jasmin

AUTOR

Tulcán, junio de 2026

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidarme, guiarme y darme fuerzas en cada etapa de mi vida, brindándome compañía y sabiduría en los momentos más difíciles, por nunca dejarme sola y siempre bendecirme con la perseverancia para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi Padre Alonso Rosero y mi querida madre Teresa Caicedo, de quien obtuve un apoyo incondicional en todo momento. Sus consejos, amor y esfuerzo fue el principal motor que me ayudo alcanzar esta meta, por enseñarme con humildad que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mis hermanos, Pedro, Patricia, Julio, Ermel y especialmente a Jessica Rosero, por convertirse en mi compañera de vida en este camino universitario, por sus consejos y vivencias compartidas, por nunca dejarme sola y siempre apoyarme impulsándome a seguir adelante.

A mi madrina Miriam Rosero, por su apoyo constate desde el primer día, porque fue luz en los momentos más difíciles, por nunca dejarme sola y siempre procurar que no me desviara de la meta.

A mis abuelitos, Jaime Caicedo, María Mejía y Cruz Guevara, por todo el amor, los valores y los consejos brindados.

A mi Abuelito Ángel Rosero, que, aunque ya no está conmigo, este sueño era de los dos, gracias por haber formado parte de mi vida, todos los consejos y el amor que me dejo, "donde sea que este siempre orgulloso de mi".

Al tutor, PhD. Luis Balarezo, por instruirme, aconsejarme y por ser mi guía en todo el tiempo dedicado a mi investigación. Su acompañamiento, paciencia y consejos fueron determinantes para la culminación de esta tesis.

Finalmente, doy gracias a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad del conocimiento y las facilidades para aprender constantemente. Extiendo mi gratitud a los docentes de la carrera de Agropecuaria que, con dedicación y vocación, dejaron enseñanzas valiosas que me marcaron positivamente.

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud y fuerzas en todo momento para lograr esta meta. Por su compañía y guía en lo largo de este proceso.

A mis padres especialmente a mi madre, porque este logro es resultado de su inmenso amor y esfuerzo, por nunca dejarme sola y ser mi gran ejemplo. Por formarme a base de valores y respeto. Su entrega y dedicación en mi crianza han sido sin duda algún la base en mi formación personal y profesional.

A mis hermanos, por ser ejemplo de trabajo y perseverancia, por nunca dejarme sola y porque con sus palabras de aliento fueron mi respaldo.

A todas las personas que fueron parte de este camino. Este logro fue el resultado de todo el amor, comprensión y esperanza de todas quienes siempre creyeron en mí. Mi agradecimiento así ustedes son imposibles de expresar completamente, es por eso, por lo que les dedico este esfuerzo como muestra de gratitud.

Rosero Caicedo Carla Jasmin

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Importancia del cuy a nivel mundial.....	22
2.2.2. Producción en Ecuador.....	23
2.2.3. El Cuy.....	24
2.2.4. Importancia del cuy a nivel mundial.....	24
2.2.5. Importancia del cuy a nivel nacional	24
2.2.6. Características Morfológicas.....	25
2.2.7. Clasificación taxonómica.....	25
2.2.8. Características digestivas del Cuy.....	26
2.2.9. Necesidades nutricionales del cuy.....	26
2.2.10. Sistema de alimentación	29

2.2.11. Parámetros Productivos	30
2.2.12. Sistema de crianza de cuyes.....	33
III. METODOLOGÍA	35
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	35
3.1.1. Enfoque	35
3.1.2. Tipo de Investigación	35
3.2. HIPÓTESIS	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	36
3.3.1 Definición de las variables.....	36
3.3.2 Operacionalización de las variables	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	40
3.4.1 Ubicación Geográfica.....	40
3.4.2 Recolección de la información	40
3.4.3 Construcción de las jaulas.....	41
3.4.4 Recibimiento del cuy	42
3.4.5 Población.....	43
3.4.6 Consumo de alimento	43
3.4.7 Ganancia de Peso	43
3.4.8 Índice de conversión alimenticia.....	44
3.4.9 Rendimiento a la canal	44
3.4.10 Técnicas	44
3.4.11 Hidroponía	44
3.4.12 Instrumentos	45
3.5. RECURSOS	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1 RESULTADOS	47

4.1.1 Tiempo que demoró en llegar a 1000 gramos de peso vivo en cada tratamiento.....	47
4.1.2 Consumo de alimento (kg)	49
4.1.3 Conversión Alimenticia	49
4.1.4 Ganancia de Peso	50
4.1.5 Morbilidad.....	52
4.1.6 Mortalidad	52
4.1.7 Conversión Alimenticia	53
4.1.8 Rendimiento a la canal	54
4.1.9 Costos de producción	56
4.2 DISCUSIÓN	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1 CONCLUSIONES	62
5.2 RECOMENDACIONES	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
VII. ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento Nutricional del Cuy (<i>Cavia porcellus</i>)	26
Tabla 2. Operacionalización de Variables	39
Tabla 3. Datos Geográficos	40
Tabla 4. Descripción de Tratamientos.....	41
Tabla 5. Análisis de varianza del Tiempo que demoró cada tratamiento hasta llegar a 1000 g.....	47
Tabla 6. Rangos del tiempo de duración en semanas para peso vivo en cada tratamiento.....	48
Tabla 7. Análisis de varianza del consumo de alimento (kg).....	49
Tabla 8. Análisis de varianza de la conversión alimenticia	50
Tabla 9. Análisis de varianza de la ganancia de peso.....	51
Tabla 10. Rangos de la ganancia de peso en cada tratamiento.....	51
Tabla 11. Análisis de varianza de la morbilidad	52
Tabla 12. Análisis de varianza de la mortalidad.....	53
Tabla 13. Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia	54
Tabla 14. Análisis de varianza del Rendimiento a la canal.....	54
Tabla 15. Rangos del rendimiento a la canal.	55
Tabla 16. Costos de Producción.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los tratamientos	42
Figura 2. Desparasitación externa del cuy	68
Figura 3. Producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)	68
Figura 4. Incorporación de FVH a la alimentación del cuy	69
Figura 5. Tratamiento animal infectado con Salpullido.....	69
Figura 6. Autopsia animal muerto por timpanismo.....	70
Figura 7. Pesaje del FVH	70
Figura 8. Sacrificio de los animales.....	71

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	66
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	67
Anexo 3. Fotografías de la investigación.....	68

RESUMEN

La investigación evalúa el efecto del forraje verde hidropónico (FVH) de maíz, avena y trigo en la alimentación de cuyes desde los 15 días de edad hasta alcanzar 1000 g de peso vivo, en la parroquia Fernández Salvador (Carchi). El problema central radica en la baja calidad nutricional de los forrajes tradicionales, lo que limita el crecimiento y la rentabilidad de la producción. Se utilizó un enfoque cuantitativo experimental con 105 cuyes distribuidos en siete tratamientos con diferentes mezclas de FVH, con 15 animales por tratamiento; T1 (50% Avena, 25% Maíz, 25% Trigo), T2 (50% Maíz, 25% Trigo, 25% Avena), T3 (50% Trigo, 25% Avena, 25% Maíz), T4 (100% Maíz), T5 (100% Avena), T6 (100% Trigo) y un testigo con pasto convencional. Se analizaron variables como ganancia de peso en el cual el T5 (100% avena) presentó la mayor ganancia de peso (0,08 kg/día). Para consumo de alimento, conversión alimenticia, morbilidad y mortalidad no se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos, en rendimiento a la canal T1 (50% Avena, 25% Maíz, 25% Trigo), obtuvo el mayor rendimiento (64,45g). En costos de producción T5 (100% avena) demostró mejores resultados con un costo de 127 dólares por tratamiento y una ganancia neta por cuy de 3,53 dólares, generando una ganancia neta de \$53.00 por tratamiento. Se concluye que el uso de forraje hidropónico es una alternativa eficiente y sostenible, que optimiza el crecimiento de los cuyes y mejora la rentabilidad en sistemas de producción familiar-comercial, especialmente en zonas con limitaciones climáticas para la producción de forraje convencional.

Palabras Claves: Forraje Verde Hidropónico, parámetros productivos en cuyes, costos de producción.

ABSTRACT

This research evaluates the effect of hydroponic green forage (HGF) from corn, oats, and wheat on the feeding of guinea pigs from 15 days of age until reaching 1000 g of live weight in the parish of Fernandez Salvador, Carchi. The main problem lies in the low nutritional quality of traditional forages, which limits growth and the profitability of production. A quantitative experimental approach was used with 105 guinea pigs distributed into seven treatments with different HGF mixtures, with 15 animals per treatment: T1 (50% oats, 25% corn, 25% wheat), T2 (50% corn, 25% wheat, 25% oats), T3 (50% wheat, 25% oats, 25% corn), T4 (100% corn), T5 (100% oats), T6 (100% wheat), and a control treatment with conventional grass. Variables such as weight gain were analyzed, in which T5 (100% oats) showed the highest weight gain (0.08 kg/day). For feed intake, feed conversion, morbidity, and mortality, no significant differences were found among treatments. Regarding carcass yield, T1 (50% oats, 25% corn, 25% wheat) obtained the highest yield (64.45 g). In terms of production costs, T5 (100% oats) showed the best results, with a cost of 127 dollars per treatment and a net profit per guinea pig of 3.53 dollars, generating a net profit of \$53.00 per treatment. It is concluded that the use of hydroponic forage is an efficient and sustainable alternative that optimizes guinea pig growth and improves profitability in family-commercial production systems, especially in areas with climatic limitations for the production of conventional forage.

Keywords: Hydroponic green forage, productive parameters in guinea pigs, production costs.

INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) es una actividad de gran importancia social y económica en la región andina del Ecuador, y en particular en la provincia del Carchi, donde representa una fuente de alimento de alto valor nutricional y un ingreso complementario para numerosas familias rurales. Sin embargo, este sistema productivo enfrenta limitaciones en su alimentación: los forrajes tradicionales, como pastos naturales y rastrojos, presentan baja calidad nutricional, alto contenido de fibra y escasez estacional, agravados por la altitud y el clima frío de la zona, lo que reduce su digestibilidad y disponibilidad. Esto se traduce en un crecimiento lento, mayor tiempo para alcanzar el peso comercial, baja eficiencia alimenticia y menores ganancias económicas. Por su parte, el uso de concentrados comerciales eleva considerablemente los costos, dificultando su uso en la producción familiar-comercial.

Ante esta realidad, el forraje verde hidropónico (FVH) se presenta como una alternativa tecnológica, sostenible y eficiente. Permite obtener biomasa de alto contenido proteico y digestible en poco tiempo, con bajo consumo de agua y sin necesidad de grandes extensiones de terreno ni depender de las condiciones climáticas. Aunque existen referencias sobre sus beneficios, es necesario evaluar su efecto específico en el engorde de cuyes bajo las condiciones locales de Fernández Salvador.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de forraje hidropónico de maíz, avena y trigo, en forma individual y combinada, sobre los parámetros productivos y económicos de cuyes desde los 15 días de edad hasta alcanzar los 1000 gramos de peso vivo. Se analizaron variables como ganancia de peso, tiempo de engorde, consumo y conversión alimenticia, rendimiento a la canal, morbilidad, mortalidad, así como los costos y rentabilidad de cada tratamiento.

Los resultados obtenidos permitirán identificar la mejor opción alimenticia, aportando información técnica y práctica para mejorar los sistemas de crianza, optimizar el uso de recursos y lograr una producción más eficiente y rentable en la zona de estudio.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en Ecuador, en algunas de las regiones de la Sierra como en la Provincia del Carchi ha cobrado relevancia. Sin embargo, se enfrenta a un desafío donde se busca implantar la seguridad alimentaria de estos animales, ya que la deficiencia de proteína en muchas de las dietas se basa en forrajes verdes locales (Kikuyo, malezas, pastos naturales, rastrojos de maíz), que no siempre cumplen con las necesidades nutricionales de los cuyes, quienes requieren dietas altas en proteína (16 - 20%), idealmente para el crecimiento rápido y engorde, ya que, sin suficiente proteína en su alimentación, su crecimiento es lento y hay una mayor probabilidad de que su conversión alimenticia sea baja (Garzon & Camacho, 2022).

La principal problemática que afecta al sistema de crianza de cuyes a nivel Familiar – Comercial en el sector rural es la carencia de nuevas técnicas de producción de alimento para estos animales. Estas carencias, pueden causar un limitado nivel de productividad, pérdidas económicas hasta una baja calidad en la carne. Uno de los factores que inciden en el crecimiento y producción del cuy es la alimentación, en este caso puede variar desde los desperdicios de cocina hasta los forrajes y concentrados con probióticos, la alimentación es uno de los aspectos más importantes en la crianza de estos animales ya que de esto dependerá el rendimiento y su calidad (Castro, 2012).

El mal manejo en la producción de alimento puede ser influenciado por el clima, la temporada del año e incluso la zona donde se encuentre ubicada la explotación. La baja calidad del forraje muchas veces se debe por la altitud de la zona (2800 m.s.n.m) y su clima frío, suelen limitar la producción y la digestibilidad del forraje, lo que resulta en una menor energía y un mayor contenido de fibra bruta, afectando el crecimiento del cuy (Sánchez Del Castillo *et al.*, 2013). Sin contar, también con la limitada producción de forrajes destinados para esta especie.

El manejo alimenticio inadecuado, es uno de los principales factores que afectan en el crecimiento y producción del cuy, ya que por lo general en la alimentación tradicional se suele ofrecer forrajes marchitos, contaminados (con tierra o hongos) o mezclados con distintos tipos de malezas, los cuales aportan un bajo valor nutricional al animal y pueden llegar a ser causantes de afecciones. También en muchos de los casos no se realiza el corte de forrajes jóvenes, los cuales tienen mayor cantidad de nutrientes y aportarían de mejor manera a la dieta productiva del cuy (Garzon & Camacho, 2022).

La alimentación con concentrados y suplementos no es tan comúnmente utilizada, ya que los pequeños productores muchas de las veces se limitan a usarlos o los suministran en pequeñas cantidades; por su rentabilidad, falta de certeza sobre la calidad y necesidad de suplementación mineral específica, ya que no todos los balanceados corrigen deficiencias minerales (calcio, fósforo, sodio), esenciales en las etapas de crecimiento y reproducción del cuy. La falta de información sobre el correcto uso de balanceados, así como la falta de asesoramiento técnico, pueden inclinar al productor al uso incorrecto de concentrados y a la no implementación de una estrategia de alimentación óptima (Meza et al., 2023).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el sistema de crianza del cuy, la falta de técnicas para la producción de alimento es la principal causa de la baja producción cárnica, ya que la alimentación tradicional no cumple con los requerimientos nutricionales adecuados y la alimentación con piensos no es una muy buena opción en pequeños sistemas por sus costos elevados, afectando la rentabilidad de este sistema.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El sector Agropecuario del Ecuador constituye una de las principales matrices en la economía. La producción del cuy es una actividad económica importante, en la que resulta conveniente implementar técnicas de mejoramiento y optimización de alimento para el comportamiento productivo. Considerando que el desarrollo pecuario está asociado con el desarrollo social y cultural de los pueblos nacionales, por lo cual las tecnologías en este caso específicamente en forrajes deben estar en constante

evolución para contribuir y mejorar el manejo de los recursos que se generan en el entorno (Aquino et al., 2017).

La actividad de crianza de cuyes paulatinamente ha ido ocupando un espacio considerable dentro de las actividades pecuarias, debido a que su consumo se ha incrementado en la población urbana, así mismo ha dado la oportunidad de generar empleos a familias del sector rural obteniendo una actividad económica alternativa. Se busca impulsar investigaciones que mejoren y sustenten el cuidado y la producción en la alimentación de estos animales, aumentando los ingresos económicos del sector (Chauca, 1997).

La incorporación de forraje verde hidropónico (FVH) como una opción nutritiva y rápida, es una alternativa de innovación en la alimentación animal, ofreciendo ideas novedosas y sostenibles para la alimentación de los cuyes, específicamente en la región donde por su altitud y clima se dificulta la obtención de forraje óptimo para la digestibilidad y aprovechamiento en los parámetros productivos del cuy. El FVH es un sistema que busca aprovechar un limitado espacio y una mínima cantidad de agua, sin depender de las condiciones climáticas del ambiente ni de grandes extensiones de terrenos (Núñez & Guerrero, 2021).

La implementación de FVH se puede considerar como una alternativa en la producción intensiva donde este sea un medio ideal para alimentar animales y sus costos de producción podrían disminuir considerablemente, favoreciendo competir en el mercado interno como externo. En la investigación se permite dar a conocer los beneficios que aporta el forraje hidropónico al comportamiento productivo del cuy, para contribuir con técnicas que mejoren los parámetros productivos, el conocimiento adquirido mediante los resultados, proveer con información al mejoramiento de los sistemas pecuarios en pequeñas especies, mejorando los beneficios económicos y siendo una forma más rentable el sistema Familiar – Comercial (Santos, 2021).

El Forraje verde hidropónico (FVH) surge como una opción viable y sostenible. La producción de este forraje permite obtener forraje de calidad nutricional en pequeños espacios y en corto tiempo, utilizando agua y nutrientes a voluntad de manera eficiente. Estudios han demostrado mejoras en parámetros productivos como la ganancia de peso y conversión alimenticia. Por ejemplo, investigaciones realizadas en Perú han

demostrado que el uso de FVH de cebada, avena y trigo mejora significativamente la ganancia de peso y la conversión alimenticia en cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde (Aquino et al., 2017).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar los efectos de la incorporación de forraje hidropónico de tres tipos de gramíneas (Maíz, Avena, Trigo) sobre los parámetros productivos de cuyes (*cavia porcellus*), desde los 15 días de nacido hasta sus 1000gr de peso vivo, en Fernández Salvador, Provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar ganancia de peso, conversión alimenticia, morbilidad, mortalidad tiempo requerido para alcanzar los 1000 gramos de peso vivo, rendimiento a la canal al consumir forraje hidropónico de los tres tipos de Gramíneas.
- Evaluar costos de producción y rentabilidad de la incorporación de forrajes hidropónicos en la alimentación de los cuyes.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué efectos genera la implementación del forraje Hidropónico en la ganancia de peso, conversión alimenticia, tiempo de requerido para alcanzar los 1000 gramos y rendimiento a la canal del cuy?

¿Con la implementación del forraje Hidropónico se presenta morbilidad y mortalidad en el cuy?

¿Cuál es la mejor mezcla de forraje Hidropónico para obtener un excelente rendimiento en la producción del cuy?

¿Qué tan rentable es la implementación del forraje Hidropónico en la alimentación del cuy?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Yanchaliquin Taris, (2022), realizó un experimento de la utilización de forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes. El comportamiento productivo de los cuyes su mayor peso final (924,7 g) al alimentar con FVH de cebada 10% del peso vivo más alimento balanceado, consumo de alimento (16, 49 Kg) al utilizar el 30% de FVH de maíz más forraje pasto Saboya, ganancia de peso (633,93 g) alcanzaron los cuyes alimentados con FVH de cebada con alimento concentrado.

La mejor conversión alimenticia se registró al utilizar FVH limitado de cebada más concentrado libre (2,97). El mayor peso a la canal de los cuyes que fueron alimentados con chala más FVH de maíz (816 g). El mayor rendimiento a la canal de los cuyes (87,78 % del peso vivo) se registra al alimentar chala con FVH de maíz más concentrado. Concluyendo que el FVH de cebada y maíz presentan mejores rendimientos productivos en la alimentación de cuyes. Se recomienda efectuar estudios con otras especies de FVH para conocer su comportamiento (Yanchaliquin Taris, 2022).

Aira Asencios, (2016), menciona que en la provincia de Huaral (Perú), desarrollo una investigación, donde se tuvo como objetivo evaluar el efecto corporativo de cuatro forrajes hidropónicos (cebada, trigo, maíz y avena) con respecto al forraje verde de alfalfa, durante su etapa de crecimiento y engorde a partir de los 15 días de nacidos, fueron 5 tratamientos que constaban de; T0: 200 g de forraje verde de alfalfa, T1: 200 g. de forraje verde hidropónico de cebada, T2: 200 g. de forraje verde hidropónico de trigo, T3: 200 g. de forraje verde hidropónico de maíz, T4: 200 g. de forraje verde hidropónico de avena, se utilizó ANVA, DBCA y Tukey al 5%., dos animales por tratamiento.

Al cabo de las trece semanas de implantación se concluyó con la investigación teniendo como resultados que el mayor peso corporal se mostró en el tratamiento 3 (FVH

de maíz) con un peso final de 1408.5gr. La mayor ganancia de peso durante las 13 semanas mostró el tratamiento de FVH de maíz T3 1150.98 gr/cuy. Mayor consumió de alimento mostro el T1 (FVH de cebada) con 21065.9 gr y en segundo el T3 (FVH de maíz) con 20629,76 gr/cuy. En la conversión alimenticia el mejor índice lo obtuvo el T3 (FVH de maíz) con 2,8. La mayor rentabilidad la obtuvo el FVH de maíz T3 con un índice de beneficio/costo de \$1,13 USD y en segundo lugar el FVH de cebada T1 con un índice beneficio/costo de \$1,09 USD.

Por su parte, Aquino *et al.*, (2017) efectuó un estudio denominado "el efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde" . La investigación tuvo como objetivo evaluar la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, el rendimiento a la canal y índice beneficio - costo de los cuyes alimentados con FVH de tres especies forrajeras durante las etapas de crecimiento y engorde. Con una muestra de 40 cuyes de 21 días de edad. Se evaluaron 3 tratamientos los cuales consistieron en FVH de avena, cebada y trigo y un testigo (forraje de la granja).

El peso inicial en promedio fue de 397.20 gr, la duración de la investigación fue de 10 semanas aproximadamente; el T2 (FVH de cebada) obtuvo el mejor promedio en la ganancia de peso obteniendo un peso promedio de 638.20, así mismo el T2 alcanzo el mejor promedio en la conversión alimenticia con un promedio 4.033 puntos. En tanto al rendimiento a la canal fue el T3 (FVH de trigo) con 70.93%. En la relación de beneficio costo, se determinó mayor rentabilidad en el tratamiento T2 con una relación de \$ 1,28 USD. También se registró que no hubo mortalidad en los cuyes.

Según Condoy *et al.*, (2023), menciona en su investigación sobre " Impacto de forraje hidropónico y microorganismos eficientes en cuyes: Parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales" . Tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales en (*Cavia porcellus*), suplementados con forraje verde hidropónico y microorganismos eficientes. Se utilizó 42 cuyes de 21 días de edad con un peso aproximado de 350 gr, en dos tratamientos, T0 (Alfalfa + concentrado) y T1 (FVH de avena enriquecido con microorganismos) con 3 repeticiones cada uno. Las variables estudiadas fueron: parámetros productivos

(consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, y porcentaje de mortalidad).

El suplemento de FVH de avena en la ración alimenticia de los cuyes, mostro diferencia significativa ($p < 0.05$) sobre la ganancia de peso alcanzando un incremento de peso de 4.43g y conversión alimenticia de 3.65. Concluyendo que el FVH de avena enriquecida con microorganismos funcionales, ejerce impacto positivo sobre los parámetros productivos.

Cruz Anrrango & Ortiz Lomas, (2010) realizaron una investigación en la provincia de Imbabura, "Evaluación de Cebada Hidropónica (*hordeum vulgare*), Maíz Hidropónico (*zea mays*), Alfalfa (*medicago sativa*) y mezcla forrajera en la alimentación de Cuyes (*cavía porcellus*)" con una duración de 12 semanas . Donde tuvieron como objetivos; evaluar la respuesta de los cuyes a diferentes dietas, ventajas y desventajas de la crianza con forraje verde hidropónico (FVH), determinar la mejor dieta, reducir los costos de producción, transferir y difundir la tecnología de alimentación con FVH. Se trabajó con 100 cuyes de 21 días de edad, distribuidos en 4 tratamientos con 5 repeticiones por tratamiento. El T1 (Cebada hidropónica), T2 (Maíz hidropónico), T3 (alfalfa) y T4 mezcla forrajera (ray gras anual, avena forrajera, trébol rojo, alfalfa).

Los cuyes iniciaron con un peso promedio de 420 gr. En los resultados se obtuvo que, para la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se obtuvieron del T4 con 1115gr/cuy seguido del T3 1001 gr /cuy y entre los forrajes hidropónicos el T1 (FVH cebada) con 556gr/cuy supero al T2 (FVH de Maíz) 455 gr/cuy. En el rendimiento a la canal no existió mucha diferencia entre el T2 (70%), T3 (70%) y T4 (69%). En tanto a los costos el inconveniente del FVH es que necesita de una inversión inicial y luego abarata costos de producción. En conclusión, se puede recomendar que si se posee de grandes extensiones de terreno se puede optar por el T4 de lo contrario inclinarse por el FVH con la ayuda de un sobrealimento. La infraestructura para la producción de FVH debe ser de materiales que resistan la humedad y un buen sistema de riego por nebulización (Cruz Anrrango & Ortiz Lomas, 2010).

Punina, (2015) realizo un estudio sobre "El análisis económico- financiero en el engorde de cuyes utilizando tres tipos de forraje verde hidropónico (Cebada, Avena y Maíz) en la comunidad Tambo loma de la parroquia Pilahuin cantón Ambato, con el objetivo de

evaluar cuál de los germinados hidropónicos es más eficaz en el proceso de ende de cuyes, comparar la rentabilidad bajo la utilización de germinados aplicando beneficio-coste en función de cada uno de los tratamientos utilizados. La muestra del estudio fue de 72 cuyes, distribuidos en tres tratamientos; Testigo (Alfalfa 60% + Balanceado 40%), T2 Avena 60% + balanceado 40%) y T3 (Maíz 60% + balanceado 40%), que tuvieron las mismas condiciones de manejo.

Los resultados obtenidos fueron: El mejor consumo de Forraje verde hidropónico (FVH) fue en el T2 (Avena 60% + balanceado 40%), debiéndose a la alta palatabilidad. El mayor incremento individual de peso fue para los animales del T2 (Avena 60% + balanceado 40%) y del testigo (Alfalfa 60% + Balanceado 40%), con un incremento de peso de 629,32 gr y 545,41 gr. En último lugar se encontró al T3 (Maíz 60% + balanceado 40%) que aportó un peso de 609,42 gr y 528,16 gr. La mayor conversión alimenticia se alcanzó en el T3 (Maíz 60% + balanceado 40%) con 2,53 gr y 2,20gr. Los cuyes del Tratamiento dos tuvieron el mayor incremento de peso y la mejor conversión alimenticia. La mayor rentabilidad se obtuvo con el Testigo con \$2,09 USD/cuy. La mortalidad observada fue del 0% en todo el grupo experimental (Punina, 2015).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Importancia del cuy a nivel mundial

La carne del cuy es altamente estimada por su calidad nutricional. Al 2020 el Perú fue el mayor exportador a nivel mundial, su participación fue del 71,3% en el mercado internacional. Perú inició sus exportaciones en 1.994, enviando 132 kg con un FOB de 723,00 dólares. Al 2018 se alcanzó un volumen de 9.958 kg con un valor FOB de 1280 dólares. Lo que equivalió a un crecimiento de 3,9% en volumen y 6,5% en valor FOB en los últimos 10 años. Las exportaciones desde entonces incrementaron a 18,4% al año (Santos, 2021).

El Perú es el mayor productor de carne en el mundo, su población de cuyes al 2017 fue de 17,4 millones de ejemplares. Esto equivale a 213.000 unidades más que lo registrado en 2.016. En el 2017 se estimó una producción de 21.103 toneladas en el año de carne de cuy. Esto permitió alcanzar el consumo per cápita de 0,66 kilos por habitante (Agencia Andina, 2017).

2.2.2. Mercado Internacional

El precio por kilo de carne de cuy se estableció en 5,50 dólares en 1.994, después se hicieron presentes fluctuaciones con tendencia creciente; por ello, se han alcanzado valores FOB por kilo de 13,80 dólares (2015), 13,50 dólares (2016) y 13,40 dólares (2017). Este panorama genera grandes expectativas a la exportación de la carne de cuy, a pesar de ser un producto no tradicional en la exportación. Esto se debe a las propiedades de la carne. La producción a su vez representa una oportunidad de mejora de la economía rural, dado que esta es una de sus actividades principales, pudiendo incluir a las mujeres cabeza de hogar en las principales beneficiadas de la producción a escala (Agencia Andina, 2017).

El mercado meta a alcanzar es Estados Unidos con 99,95% de participación, seguido por Japón, Italia, Corea del Sur, Aruba y Canadá. Cuya participación es del 0,1%. Otro mercado existente es el de los peruanos, bolivianos y ecuatorianos residentes en otros países. Esto dado el valor nutricional y sentimental que le atañen al cuy. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a finales de 2017 se registró una población de 3,4 millones entre peruanos, ecuatoriano y bolivianos que residen en el exterior. De este total 44% son peruanos, 32% ecuatorianos y los restantes bolivianos (Agencia Andina, 2017).

2.2.3. Producción en Ecuador

La competencia más fuerte que tiene Perú en el mercado internacional del cuy es Ecuador con una exportación de 28,7% del total. En Ecuador las provincias de Tungurahua, Carchi, Cotopaxi, Azuay y Chimborazo son los principales productores de cuy. En el 2016 se generaron 4,9 millones de cuyes en estas provincias, y a nivel nacional se produjeron 6,6 millones. De las provincias Azuay encabeza la producción con 1'661.998 cuyes anuales, seguido por Tungurahua (Revista Líderes, 2017).

Un análisis desarrollado por el Consejo Provincial de Tungurahua se ha determinado que al menos 1500 personas se dedican a la crianza, comercialización y faenamiento del cuy. De esta actividad alrededor de 1'465.912 cuyes han crecido en galpones y 36.000 cuyes se venden en pie cada mes. La comercialización de cuyes mejora la economía de las familias involucradas en el negocio, dado que realizan las actividades sin

necesidad de intermediarios, un cuy de 1,20 kg puede llegar a costar 7,50 dólares (sicreesinnovas, 2021).

2.2.4. El Cuy

Cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor, mamífero, herbívoro, procedente de la zona andina de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Este animal establece un producto alimenticio de elevado valor nutricional que aporta principalmente al sostenimiento de las familias rurales con escasos recursos, dadas las condiciones de reproducción. También, su mansedumbre y características de experimentación han permitido su reproducción para distintos fines como mascota o en el campo de la ciencia (León, 2015) .

2.2.5. Importancia del cuy a nivel mundial

La carne del cuy es altamente estimada por su calidad nutricional. Al 2020 el Perú fue el mayor exportador a nivel mundial, su participación fue del 71,3% en el mercado internacional. Perú inició sus exportaciones en 1.994, enviando 132 kg con un FOB de 723,00 dólares. Al 2018 se alcanzó un volumen de 9.958 kg con un valor FOB de 1280 dólares. Lo que equivalió a un crecimiento de 3,9% en volumen y 6,5% en valor FOB en los últimos 10 años. Las exportaciones desde entonces incrementaron a 18,4% al año (Santos, 2021).

2.2.6. Importancia del cuy a nivel nacional

En la investigación realizada por (Lema, 2020) en el cantón Cevallos en la provincia de Tungurahua, el 50% de los sistemas de producción de cuyes son manejados por una población adulta de 41 a 50 años, siendo de este el 56 % administrados por amas de casa debido a que estas se encuentran en las viviendas durante todo el día, donde el 66% de los productores solo tenían cursado la primaria, este sistema de producción es uno de los movimientos que genera un ingreso económico extra en las familias.

Se llegó a determinar que la falta de capacitación en los productores genera un problema en el mejoramiento de la producción en tanto a calidad y cantidad, generando un manejo empírico, dificultándose atender a la demanda del mercado local, en tanto a la mejora de las técnicas de producción.

Un análisis desarrollado por el Consejo Provincial de Tungurahua se ha determinado que al menos 1500 personas se dedican a la crianza, comercialización y faenamiento del

cuy. De esta actividad alrededor de 1'465.912 cuyes han crecido en galpones y 36.000 cuyes se venden en pie cada mes. La comercialización de cuyes mejora la economía de las familias involucradas en el negocio, dado que realizan las actividades sin necesidad de intermediarios, un cuy de 1,20 kg puede llegar a costar 7,50 dólares (sicreesinnovas, 2021).

2.2.7. Características Morfológicas

Son animales con aspecto rechoncho, cabeza grande con cuerpo ancho y largo y sus patas son muy cortas. Cuando son adultos pueden llegar a medir entre 20 y 30cm de largo y pesar hasta 2,5 kg. Se pueden diferenciar por sus variedades, las cuales hacen referencia a su color que va desde blancos, negros, monocolors, bicolors y tricolors, como en su pelaje (largo, corto , lizo u ondulado)(Solorzano, 2014).

- Cabeza. Relativamente grande en relación con su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo con el tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas (Solorzano, 2014).
- Cuello. Grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.
- Tronco. De forma cilíndrica y está conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes.
- Abdomen. Tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.
- Extremidades. En general cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 a 5 dedos. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor que en las patas (Zaldívar Abanto, 1994).

2.2.8. Clasificación taxonómica

El cuy se clasifica de la siguiente manera:

- Reino: animal
- Sub-Reino: metazoario
- Clase: mamífero

- Tipo: vertebrados
- Familia: *Cavidae*
- Orden: *Rodentia*
- Género: *Cavia*
- Especie: *Cavia Porcellus*

2.2.9. Características digestivas del Cuy

El cuy de la especie (*Cavia porcellus*) es herbívoro monogástrico, por lo que puede consumir los alimentos de manera eficiente. En el cuy la flora intestinal presenta una función básica para la digestión de la fibra, que constituye un aporte relevante de la energía que el animal requiere. En los cuyes el ciego es un órgano vital, ya que allí se produce la fermentación mediante la que se aprovechan los nutrientes que el intestino delgado no ha podido aprovechar. El cuy presenta una gran capacidad de aprovechar los alimentos fibrosos, esta capacidad se desarrolló como mecanismo de supervivencia (Chauca, 1997).

La escasez fibra, especialmente de fibra larga en los alimentos, generan una disminución del peristaltismo intestinal y una estasis del alimento. La consecuencia es mayor permanencia del alimento en el ciego e incremento de fermentaciones no necesarias, que provocan problemas digestivos. El crecimiento se desarrolla a través de dos etapas iniciando con el destete hasta la cuarta semana, con una dieta rica en proteína se triplica el peso. Mientras la segunda etapa abarca desde la cuarta semana hasta la edad de consumo (Chauca, 1997).

2.2.10. Necesidades nutricionales del cuy

Tabla 1. Requerimiento Nutricional del Cuy (*Cavia porcellus*)

Nutriente	Unidad	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	%	18	18-22	13-17
Energía Digestible	Kcal/kg	2800	3000	2800
Fibra	%	8 – 17	8 -17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8 – 1.0
Fósforo	%	0.8	0.8	0.4 -0.7
Magnesio	%	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.1 -0.3
Potasio	%	0.5 -1.4	0.5 -1.4	0.5-1.4
Vitamina C	Mg	200	200	200

Fuente: Padilla, 2006

- Proteínas

En las necesidades nutricionales del cuy son esenciales las proteínas ya que forman los músculos del cuerpo, las vísceras y el pelo del animal. Estas desempeñan funciones en las células de cada ser vivo, Forman parte de la estructura básica de los tejidos (pelos, uñas, piel, tendones, entre otros.) también desempeñan funciones en el metabolismo, como es la asimilación de nutrientes, regulación, inactivación de materiales tóxicos o peligrosos y transporte de oxígeno y grasas en la sangre entre muchas otras funciones más. Son base de la estructura del material genético (ADN), ayudando así a definir la identidad de cada ser vivo (Hinojosa Benavides et al., 2022).

Según (Guerra León, 2009), el cuy digiere de los alimentos fibrosos con menos eficiencia que los alimentos proteicos y energéticos, es decir que debido a su fisiología digestiva tienen enzimas en el estómago y microbiana en el ciego y el colon que permiten que los alimentos fibrosos se digieran de mejor manera. Recomienda que para un mejor manejo práctico, los requerimientos proteicos de los cuyes en la etapa de producción y reproducción deben estar redondeando entre el 16% respectivamente.

- Fibra

(Solorzano, 2014), reportara que los cuyes deben recibir dietas con 18 % de fibra, para facilitar el retardo de los movimientos peristálticos, que hace permanecer mayor tiempo la ingesta en el tracto digestivo permitiendo un mejor mecanismo de absorción de los nutrientes.

La fibra representa la parte estructural de las plantas y pueden constituir una fuente importante de energía. Es un componente cuantitativamente importante en los piensos de cuyes; y constituye el principal sustrato energético para la flora microbiana residente en el ciego. Retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo, favoreciendo la digestibilidad de otros nutrientes.

El aporte de fibra esta dado básicamente por el consumo de forrajes; el porcentaje de fibra requerido para la preparación de balanceado puede ser desde 8 – 18%. Los cuyes responden eficientemente a dietas altas en energía, alcanzando mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. El exceso de energía puede provocar una

deposición exagerada de grasa que puede perjudicar el desempeño reproductivo (Solorzano, 2014).

- Vitaminas

Las vitaminas son esenciales para el crecimiento y el bienestar del cuy, ayuda en la asimilación de los minerales, proteína y energía. En el cuy igual que el mono y el hombre, son los únicos, que no pueden sintetizar la vitamina C. Por lo que es muy importante el suministro, que se obtiene cuando en la dieta diaria se ofrece pasto verde, fresco y de buena calidad.

Según (Garzon & Camacho, 2022), acotan que la vitamina limitante en los cuyes es la vitamina C. Por eso es conveniente agregar un poco de esta vitamina en el agua de sus bebederos (ácido ascórbico 0.2 g/litro de agua pura).

Las vitaminas son esenciales para el crecimiento y el bienestar del cuy, ayuda en la asimilación de los minerales, proteína y energía. El cuy igual que mono y el hombre, son los únicos, que no pueden sintetizar la vitamina C. Por lo que es muy importante el suministro, que se obtiene cuando en la dieta diaria se ofrece pasto verde, fresco y de buena calidad (Solorzano, 2014).

- Energía

Acorde a la concentración de energía los cuyes pueden regular su consumo de alimento, lo que estimula su crecimiento y la conversión alimenticia. El nivel adecuado es de 3000 kcal/kg en su dieta (Ayvar, 2018).

- Carbohidratos

La energía se guarda como grasa en el cuy cuando ya se ha satisfecho los requerimientos nutricionales. Los hidratos de carbono provienen del reino vegetal, tienen la propiedad de fermentarse y asimilarse fácilmente en el organismo del cuy. Entre los principales alimentos que contienen abundantes carbohidratos, se tiene la caña de azúcar, remolacha azucarera, zanahoria, forrajes verdes, entre otros (Burzi, 2004).

- Grasa

Las grasas generan al organismo indiscutibles vitaminas que se encuentran en ellas. Al tiempo las grasas benefician una eficiente digestión de las proteínas. Las 24 principales

grasas que intervienen en la composición de la ración para cuyes son las de origen vegetal (Pampa, 2010).

- Minerales

Los minerales efectúan funciones vitales en la constitución del organismo de los animales, por ejemplo, la generación del sistema óseo, interceden en la ordenación del fisiologismo animal. Así se conoce que los minerales median en las etapas de reproducción, crecimiento, engorde, entre otros. A veces su insuficiencia produce cambios como desproporción articular, huesos frágiles, falta de apetito, abortos, entre otros (Pampa, 2010).

2.2.11. Sistema de alimentación

a) Alimentación con forraje

El cuy es un animal herbívoro, por lo que su alimentación predilecta se a base de forraje verde. Los forrajes más empleados son alfalfa, maleza, pasto, chala de maíz, rey gras, retama, trébol. Esta alimentación si bien genera satisfacción a los cuyes, no cumple con los requerimientos de nutrientes. Se emplea este sistema dado el costo que supone, pues no se incurre en gastos solo se recoge la maleza y se 25 alimenta a los animales, exponiéndolos a polvo, agua, insectos e incluso fungicidas (Espinoza, 2005).

Un cuy cuyo peso se encuentra entre los 500 y 800 gramos en la etapa de inicio de engorde requiere de un 30% de su peso vivo en forraje, siendo necesarias 150 a 240 gramos de forraje diarios para incrementar su peso, sin necesidad de crear grasa. Dado que la carne del cuy presenta un elevado valor nutricional (Organización de las Naciones unidas para la Alimentación [FAO], 2000).

b) Forraje Verde Hidropónico

Según (Albert et al., 2016) los cultivos hidropónicos son esenciales en la producción de FVH debido a su uso como complementos nutricionales y alimenticos los cuales se pueden utilizar en diferentes dietas para los animales. Esta técnica presenta ventajas su mayor rentabilidad ya que los costos de inversión son menores, además el tiempo de obtención del forraje es menor en comparación con otros alimentos producidos por métodos tradicionales.

c) Alimentación Mixta

La disponibilidad de forraje no se presenta a lo largo del año, dado que en verano por las limitadas lluvias se genera sequía del forraje. Por ello, la alimentación se dificulta y se presenta la necesidad de buscar alternativas, como la alimentación con balanceado comercial, granos o subproductos como afrecho de trigo, residuos de cervecerías, entre otros. La composición de la alimentación es 40% balanceado y 60% forraje. Esto en cuyes de 500 y 800 gramos equivale a 260 gramos de balanceado y 390 gramos de forraje, mismos que incrementan en función del peso ganado por el cuy durante su crianza (Espinoza, 2005).

d) Alimentación en base a concentrado

Este tipo de alimentación requiere de una planificación adecuada de la ración para la satisfacción de los requerimientos nutritivos del cuy. Los consumos del animal incrementan pudiendo estar en 40 a 60 gramos por animal al día, esto depende enteramente de la calidad de la ración. En este sistema la alimentación debe suministrar vitamina C (Espinoza, 2005).

2.2.12. Parámetros Productivos

a) Ganancia de peso

El aumento de peso está en función del alimento, la dieta, los ingredientes, la cantidad, el sabor y la genética del alimento. Alcanzar el peso de comercialización entre 800 g y 1000 g en esta especie es variable, en varias investigaciones realizadas se ha obtenido el peso de comercialización en 8 y 9 semanas (Cotrina & Crispin, 2016).

b) Consumo de alimento

El cuy puede ingerir todo tipo de alimentos vegetales, secos, cocinado, fresco. En el caso de administrar forraje y balanceado se le administran minerales, agua, vitaminas, proteínas, fibra, que favorece la digestibilidad (Cotrina & Crispin, 2016).

c) Conversión alimenticia

Esta se calcula en base al consumo de alimento y ganancia de peso, la fórmula para ello es:

$$CA = \text{Consumo de Alimento (g)} / \text{Ganancia de peso (g)}$$

d) Rendimiento a la canal

El rendimiento de esta variable se sacrifican animales y se obtiene la canal, que incluye la cabeza, miembros posteriores y anteriores, no se incluye viseras o pelo, para obtener el porcentaje de peso vivo (Cotrina & Crispin, 2016).

Se emplea la siguiente fórmula:

$$RC = \frac{\text{Peso de la canal (g)}}{\text{Peso del cuy al sacrificio (g)}}$$

e) Mortalidad

La mortalidad se refiere a un indicador de salud entre enfermedad o dolencia que presentan una cierta cantidad de individuos en un periodo de tiempo determinado.

- **Prevalencia:** número total de casos (existentes) en un momento dado.
- **Incidencia:** número de casos nuevos en un período determinado.
- **Tasa de morbilidad:** es la tasa de aparición de una enfermedad dentro de una población y se calcula dividiendo el número de casos de enfermedad por la población total (Rodrigo Ricardo, 2024).

$$\text{Tasa Mortalidad} = \frac{\text{Numero total de casos}}{\text{Poblacion Total}}$$

f) Mortalidad

Es un indicador demográfico y de salud que refleja el número de muertes ocurridas en una población durante un período específico de tiempo. Es uno de los principales indicadores utilizados en salud pública para medir el impacto de enfermedades, condiciones socioeconómicas o eventos catastróficos en una población (Rodrigo Ricardo, 2024).

Existen varios tipos de tasas de mortalidad:

- **Tasa bruta de mortalidad:** número total de muertes por cada 1,000 individuos en un periodo de tiempo.
- **Mortalidad específica:** muertes por causa específica, edad o grupo poblacional.

g) Variable de tiempo

En un diseño experimental, la variable de tiempo se refiere al momento o duración en la que se realizan las mediciones o se aplican los tratamientos durante el experimento. Es una variable importante porque permite observar cómo cambian los efectos de una intervención o fenómeno a lo largo del tiempo.

Esta variable puede ser:

- **Tiempo de exposición:** cuánto dura la aplicación del tratamiento.
- **Intervalos de medición:** cuándo se recogen los datos (por ejemplo, antes del tratamiento, inmediatamente después, una semana después, etc.).
- **Seguimiento temporal:** para estudios longitudinales o de seguimiento, donde se mide a los participantes en varios momentos distintos.

La variable de tiempo puede influir en los resultados, ya que algunos efectos pueden ser inmediatos, retardados o desaparecer con el tiempo. Por ello, es crucial considerarla en el diseño y análisis del estudio (Lagla, 2012).

h) Costos de Producción

Los costos de producción se refieren al conjunto de recursos económicos necesarios para llevar a cabo el experimento, especialmente cuando este implica la creación, transformación o elaboración de un bien o servicio dentro del estudio.

Estos costos pueden incluir:

- **Materias primas:** insumos necesarios para producir algo (por ejemplo, ingredientes, materiales).
- **Mano de obra:** pago al personal que participa directamente en la producción o intervención.
- **Energía y servicios:** electricidad, agua, transporte, entre otros.
- **Equipamiento y mantenimiento:** herramientas, maquinaria, y su conservación.
- **Costos indirectos:** como administración, supervisión, alquiler de espacios, etc.

Costos fijos:

Son los que no cambian con la cantidad producida, y se incurren, aunque no haya producción (Yanchaliquin Taris, 2022).

Ejemplos:

- Construcción o adquisición del módulo hidropónico
- Equipamiento (bandejas, bombas, temporizadores)
- Mantenimiento general del sistema
- Depreciación de infraestructura

Costos variables:

Son los que cambian según el volumen de producción. Aumentan si se produce más, y disminuyen si se produce menos.

Ejemplos:

- Semillas (maíz, avena, trigo)
- Agua
- Mano de obra directa
- Detergentes o desinfectantes para limpieza de bandejas

2.2.13. Sistema de crianza de cuyes

Se ha determinado tres niveles de producción, los mismos se diferencian por la función que ejecutan en el contexto de la unidad productiva. Los sistemas son: familiar, familiar-comercial y comercial. En los pueblos rurales se ha pasado por los tres niveles de producción (Guerra León, 2009).

a) Crianza familiar

En este nivel la seguridad alimentaria y sostenibilidad de las actividades de los pequeños productores. Este es el sistema más frecuente en la región andina y de desarrolla en los hogares, esto dados los desechos agrícolas, residuos de cocina, entre otros. El cuidado de animales está a cargo de los hijos y la madre, con menor frecuencia está a cargo del padre. Los animales resultantes de este sistema de crianza son exclusivamente para el consumo de la familia, dado que el sistema no genera niveles elevados de crecimiento, engorde o reproducción (Chauca, 1997).

b) Crianza familiar – comercial

Este sistema permite generar empleo y restar la migración de los habitantes de pueblos rurales. En el sistema se genera una población no mayor a 500 cuyes. Se producen mejores prácticas de crianza, lo que incrementa la composición de cría. La alimentación se basa en productos agrícolas y pastos cultivados, también se añaden balanceados comerciales. El control sanitario es más riguroso que en el sistema familiar (Chauca, 1997).

c) Crianza comercial

El sistema es administrado con niveles elevados de inversión en las instalaciones, también requiere de mano de obra y se emplean razas de cuyes seleccionadas. Este sistema se relaciona con actividades agrícolas y comerciales. La alimentación se rige principalmente por forrajes, balanceado para generar una producción más elevada (Chauca, 1997).

III. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

- Enfoque Cuantitativo

La presente investigación utilizó un enfoque cuantitativo dado el efecto que causó la incorporación de diferentes mezclas de forraje hidropónico en la alimentación para el comportamiento productivo de los cuyes. También se empleó el análisis numérico de las evaluaciones semanales en tanto a la recopilación de datos semanal en la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal, beneficio costo producción y análisis económico.

3.1.2. Tipo de Investigación

- Investigación Experimental

El tipo de investigación que se implantó se debe a que se realizó la manipulación de las variables para la obtención eficaz de los resultados. Se buscó realizar este procedimiento en un ambiente controlado, donde las evaluaciones fueron periódicas y se lleve un constante seguimiento, al administrar los distintos tratamientos de las mezclas forrajeras Hidropónicas en el comportamiento productivo del cuy.

3.1. HIPÓTESIS

Hipótesis Afirmativa

Ha: La incorporación de Forraje Hidropónico en la alimentación de los cuyes tuvo efecto positivo en el comportamiento productivo del cuy.

Hipótesis Nula

Ho: La incorporación de Forraje Hidropónico en la alimentación de los cuyes no tuvo ningún efecto positivo en el comportamiento productivo del cuy.

3.2. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.2.1 Definición de las variables

Definición Conceptual

a) Ganancia de Peso

El aumento de peso se expresa en función del alimento, la dieta, los ingredientes, la cantidad, el sabor y la genética. Alcanzar el peso de comercialización entre 800 g y 1000 g en esta especie es variable, en varias investigaciones realizadas se obtuvo el peso de comercialización a las 8 y 9 semanas (Cotrina & Crispin, 2016).

b) Producción De forraje Hidropónico

El sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de obtención de biomasa vegetal obtenida a partir de los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas (principalmente de cereales) provenientes de semillas viables. El FVH es un forraje vivo de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal.

En zonas con fenómenos climatológicos adversos, tales como sequías prolongadas, heladas constantes, nevadas, inundaciones, o localidades ubicadas en regiones montañosas con alto índice de marginación, se limita el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de animales

c) Rendimiento de la canal

El rendimiento de la canal es la relación entre el peso vivo de un animal y el peso de su canal al sacrificio una vez removidas la piel, cabeza, patas, sangre y vísceras. El valor del rendimiento de la canal tiene una importancia económica muy importante. El rendimiento de la canal se utiliza para evaluar la eficiencia productiva de la canal y se clasifica en productos (la carne como tal en piezas, cortes y deshuese) y subproductos (vísceras rojas y blancas, huesos, cartílagos, piel, pezuña, sangre) (Torres, 2009).

Definición real

Dimensión de Mezcla forrajera Hidropónica

- Avena Hidropónica (*Avena sativa*)- La producción de avena hidropónica debe tener una frecuencia de riego, tomando en cuenta la temperatura del ambiente. La ventaja de este sistema de producción es que se puede realizar bajo cubierta, facilitando maniobrar el cultivo.
- Maíz Hidropónico (*Zea mays*) El maíz Hidropónico puede llegar a ser cultivado tanto internamente o externamente, se debe tener en cuenta que este consume más espacio vertical, necesita mucha luz de 8 a 12 horas diarias. Se puede cosechar alrededor de 2 semanas después de haberlo colocado las semillas en las bandejas
- Trigo Hidropónico (*Triticum*) La producción del trigo puede ser tan beneficiosa y alta en proteína que le aporta al animal una saciedad y energía, es fácil su siembra y manipulación en este tipo de sistema.

Dimensiones peso en cuyes

- Ganancia de peso: La ganancia de peso se determinará mediante la consideración del peso en gramos de cada cuy en cada uno de los tratamientos. Los pesos se registrarán los viernes de cada semana y se promediarán la ganancia que haya tenido el cuy desde el peso con los datos de inicio, medio y etapa final de la evaluación.
- Consumo de Alimento: Las dietas de forraje hidropónico que se suministrara diariamente a los animales, manteniendo un cálculo de la necesidad nutricional según la etapa de crecimiento en la que se encuentre el cuy.
- Conversión Alimenticia: Esta técnica consistirá en la evaluación entre la relación del consumo de los alimentos y la ganancia de peso que presentaran cada uno de los animales en un lapso determinado, su frecuencia de recolección será semanal, mensual, bimensual, entre otros. Con el objetivo de permitir evaluar cuantas libras de forraje hidropónico consumido por el animal producirá un kilo vivo.
- Rendimiento de la canal: Para poder analizar esta variable se considerará a dos animales al azar de cada tratamiento, para posteriormente sacrificarlos y registrar el peso de cada uno, una vez retirado vísceras, sangre y pelo.

- Análisis Económico: Se tomará en cuenta todos los costos de producción que se vayan a implicar en la implantación del proyecto es decir cada uno de los elementos empleado en la investigación como: alimento, materiales para la construcción de jaulas, compra del cuy, servicios básicos, mantenimiento, medicina, limpieza, entre otros.

3.2.2 Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
V.I Forraje hidropónico	Mezcla de forraje hidropónico en la alimentación	T1: 50% Avena, 25% Maíz, 25% Trigo	Hidroponía	Bandejas
		T2: 50% Maíz, 25% Trigo, 25% Avena		Manguera
		T3: 50% Maíz, 25% Trigo, 25% Avena T4: 100% Maíz T5: 100% Avena T6: 100% Trigo Testigo: Pasto		Semillas Ficha de Registro
V.D Peso en Cuyes	Ganancia de peso en cuyes	Gramos semanales y gramos totales	Observación	
	Consumo de Alimento Conservación Alimenticia Morbilidad Mortalidad	Peso Gramos consumidos Índice CA Animales que mueren durante el ensayo	Cálculo de la Conversión Alimenticia	Balanza Madera Malla Metálica Ficha de Registro Calculadora
	Rendimiento de la canal Tiempo de engorde Análisis Económico Costo por tratamiento	Porcentaje Valor por tratamiento		

En la tabla se muestra la operacionalización de las variables que se llevaran a cabo en la evaluación del estudio, con respecto a la variable independiente en consideración a la producción en las mezclas forrajeras hidropónicas y en la variable dependiente se presenta las variables que influyen en la ganancia de peso en el cuy, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia entre otros. También se le añadió las dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos.

3.3. MÉTODOS UTILIZADOS

3.3.1 Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en la provincia del Carchi, Cantón Montúfar, parroquia Fernández Salvador, la cual se encuentra a una altitud aproximada de 2818 msnm, con las coordenadas geográficas de 0° 35' 59.6'' N de latitud norte y 77° 49' 37.2'' W de latitud oeste.

Tabla 3. Datos Geográficos

Detalle	Datos
Clima	Clima ecuatorial de alta montaña
Temperatura	14°C
Altitud	2818 msnm
Precipitación	1200 y 2000 mm anuales
Humedad relativa	75% - 80%

3.3.2 Recolección de la información

En la recopilación de información se tuvo en cuenta dos diferentes fuentes:

Las fuentes primarias: las cuales se obtienen mediante la observación directa, en el periodo del experimento.

La fuente secundaria: Mediante la investigación y recopilación de datos de fuentes y fichas bibliográficas relacionadas con el contenido del experimento.

Las variables de estudio corresponden a los efectos generados al incluir en la alimentación del cuy, forraje hidropónico de tres diferentes tipos de gramíneas, para lo cual se utilizaron 105 cuyes. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

Tabla 4. Descripción de Tratamientos

Tratamiento	Dieta	Cuyes por unidad experimental	Repeticiones
T1	50% Avena, 25% Maíz, 25% Trigo	5	3
T2	50% Maíz, 25% Trigo, 25% Avena	5	3
T3	50% Trigo, 25% Avena, 25% Maíz	5	3
t4	100% Maíz	5	3
t5	100% Avena	5	3
t6	100% Trigo	5	3
Testigo	Pasto	5	3

Los cuyes utilizados para este experimento pasaron un periodo de adaptación, donde poco a poco se les fue incorporando la alimentación con hidropónicos. Los animales fueron en 7 tratamientos los cuales fueron distribuidos en 21 grupos de 5 ejemplares. Para evaluar los efectos de la alimentación hidropónica, se fue evaluando su conversión alimenticia durante aproximadamente 13 semanas, conformando así su periodo de engorde. Cuando se observó un consumo neto referente a los % a aplicado en cada tratamiento, se comenzó a tomar los datos.

3.3.3 Construcción de las jaulas

La investigación inicio con la construcción de las jaulas para los cuyes, los materiales que se emplearon fueron la madera, clavos y malla metálica cada jaula consto con la medida de 60cm X 70cm en un área por cada 5 cuyes, estas jaulas estuvieron dentro de un galpón de bloque con techo de plástico. Las jaulas se construyeron en filas alrededor de las paredes del galpón, están separadas a un metro del suelo, para que así sea mejor la manipulación de excrementos y también de los animales.



Figura 1. Distribución de los tratamientos

3.3.4 Recibimiento del cuy

Antes del recibimiento del cuy se desinfecto la instalación para evitar contaminaciones de factores externos hacia los animales. Los cuyes que se utilizaron para este tratamiento fueron animales de 15 días de nacidos todos machos.

La primera semana en la que los cuyes llegaron a la instalación se procedió a la desparasitación externa de estos, con la aplicación del producto veterinario comercial IVERYL pour on, el cual es un antiparasitario de uso externo que se aplicó 5 gotas en contacto a la piel por animal. También se suministró vitaminas y un anti estrés posterior al traslado. La adición de gramíneas hidropónicas a la alimentación se incorporó de forma progresiva dándoles forraje normal e hidropónicos esto solo duro los primeros 10 días hasta finalmente los animales pudieron comer los hidropónicos en su totalidad.

Desde la segunda semana de haber sido instalados los animales en la unidad experimental se llevó a cabo los registros, es decir a los siete primeros días del traslado se empezó a tomar en cuenta el peso de los animales para suministrar el peso del forraje hidropónico en la alimentación. Los animales tienen dos comidas una a las 7 de la mañana y la otra a las 5 de la tarde. Los sábados son los días donde se toma el peso de cada animal, recolectando así los datos para llenar los registros.

3.3.5 Población

La población que se manejo estaba constituida por 105 cuyes machos. Esta investigación constó de un manejo de 6 tratamientos y 1 testigo, cada tratamiento con 3 repeticiones que estaban compuestas de 5 cuyes por unidad experimental, alimentados con una alimentación mixta de tres tipos de gramíneas hidropónicas. En el testigo para suplementar los nutrientes que pudo haber aportar los hidropónico se utilizó pasto convencional.

3.3.6 Consumo de alimento

Para esta variable se tomó en cuenta la capacidad de consumo de alimento que tiene el cuy para ingerir diariamente, el cual es aproximadamente el 35 % de peso vivo en forraje, referente a esto se le calculo el alimento que se proporcionaba a los animales menos el desecho que estos dejaban.

Por ejemplo, en este caso al adquirir animales de 15 días de edad, el peso promedio fue de 150gr de peso, lo que por ende nos da que el 35% de su peso vivo es 50gr, los cuales se debían suministrar al animal diariamente en forraje. Para obtener el consumo de alimento se pesaba el forraje que se les daba en el transcurso del día y luego se les restaba con el desecho y el resto de comida que los animales dejaban.

$$C. Alim. = Alimento - Desecho$$

3.3.7 Ganancia de Peso

La recopilación de datos se la efectuó semanalmente por un periodo de aproximadamente 13 semanas (91 días), desde su peso inicial el cual fue el peso que tenía cada animal desde los quince días de nacido hasta que alcanzara los 1000gr de peso vivo. Evaluado en gramos el peso de cada animal. La fórmula utilizada fue: (contexto ganadero, 2016)

$$G. P = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{N^{\circ} \text{ de semanas}}$$

3.3.8 Índice de conversión alimenticia

Se obtuvo en base al Consumo de forraje Verde Hidropónico FVH en promedio semanal en Kilogramos dividido por el peso total del animal durante las semanas de evaluación, utilizando la siguiente fórmula: (Aguila, 2020).

$$I.C.A = \frac{\text{consumo de alimento (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}}$$

3.3.9 Rendimiento a la canal

Se determinó al final de la evaluación, con el sacrificio de 6 animales por tratamiento, donde se tomaron en cuenta el peso de los animales vivos menos el peso de las vísceras, sangre y pelo una vez ya muerto el animal. Para sacar el promedio del rendimiento se dividió el peso vivo dividido al peso de las vísceras por 100.

$$\% R.C = \frac{\text{Canal}}{P.V} * 100$$

3.3.10 Técnicas

Se buscó implementar la recolección de datos mediante la observación directa generada en la manipulación de los animales, lo cual permitió llevar un registro sistemático y de manera segura observando el comportamiento y los cambios que los cuales fueron generando conforme paso el tiempo de la implementación del estudio.

3.3.11 Hidroponía

Preparación de los Hidropónicos

1. Desinfectar las semillas con cal
2. Desechar las semillas partidas, infectadas y viejas
3. Colocar las semillas en abundante agua y dejarlas remojar por un día completo
4. Colocar las semillas remojadas en las bandejas
5. Mantener las semillas 3 días completamente en la oscuridad y mantenerlas húmedas

6. Al cuarto día sacar las semillas a un espacio donde pueda recibir luz y darle riego dos veces al día, durante los días necesarios, hasta que se forme el colchón con las raíces de las plantas y llegue a una altura considerable de 15 cm el pasto.
7. Procedemos a darle a los animales según el tratamiento y observamos, la conversión que tiene los hidropónicos en cada unidad experimental (Punina, 2015).

3.3.12 Instrumentos

Se empleó fichas técnicas que ayudaron con el registro de los animales, recopilando datos semanales de las variables dependientes; la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, rendimiento de la canal y los costos de producción.

Así mismo se incorporó una balanza para obtener el peso semanal de los animales y la manipulación de la cantidad de forraje hidropónico a ser incorporado diariamente a la alimentación de estos. Así también se pudo pesar el excremento y desecho de forraje de los animales para el cálculo de la conversión alimenticia.

Material de oficina

- Cuaderno
- Computador
- Esfero
- Calculadora
- Celular

Material de Campo

- Ficha Técnica
- Bandejas de Hidroponía
- Aspersor
- Baldes
- Semillas
- Balanza
- Costal
- Manguera

- Botas de Caucho
- Desinfectante

3.4. RECURSOS

Tamaño del experimento

21 unidades experimentales por 5 cuyes = 105 cuyes

Diseño Experimental

Esta investigación constó de un manejo de 6 tratamientos y 1 testigo, cada tratamiento con 3 repeticiones que estarán compuestas de 5 cuyes por unidad experimental con un total de 105 cuyes (*cavia porcellus*). Los cuales se alimentaron con una dieta mixta de gramíneas Hidropónicas y el testigo que llevo una alimentación con forraje normal.

Como muestra de investigación se implantó cada repetición en un área de 60cm X 70cm por cada 5 cuyes en donde para la gestión del experimento respecto a la incorporación de la alimentación hidropónica se empleó bloques completamente al azar. Se utilizo cuyes machos de 15 días de nacidos.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Infostat donde se empleó la prueba de Tukey al 5% juntamente con ANOVA para realizar una comparación al mejor tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza mediante la prueba paramétrica de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0,05$ se observó que el porcentaje de emergencia evaluados entre las 14 semanas que duró la evaluación para cada uno de los tratamientos.

4.1.1 Tiempo que demoró en llegar a 1000 gramos de peso vivo en cada tratamiento.

En la Tabla 5 se presenta el análisis de varianza correspondiente al tiempo duración hasta alcanzar los 1000 gramos de peso vivo en cada tratamiento. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, evidenciando que los animales alimentados con forraje hidropónico presentaron un desempeño superior, con un valor de $p = 0,0001$ y una media de 11,47 días.

Tabla 5. Análisis de varianza del Tiempo que demoró cada tratamiento hasta llegar a 1000 g.

Variable	N	R	R Aj	CV	
N. Sem	21	0,91	0,85	4,79%	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	37,62	8	4,70	15,59	<0,0001**
Trt	37,24	6	6,21	20,58	<0,0001**
Error	3,62	12	0,30	0,63	
Total	41,24	20			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El número de muestras analizadas fue de $N = 21$, y el modelo explicó el 91% de la variabilidad total en el tiempo requerido para alcanzar los 1000 gramos de peso vivo en cada tratamiento. Este alto valor indica un buen ajuste del modelo y, por tanto, un adecuado desempeño en la predicción de los resultados.

El valor del R^2 ajustado también fue elevado, lo que confirma la confiabilidad del modelo. Así mismo, el coeficiente de variación resultó bajo, evidenciando que los datos son homogéneos y presentan poca variación relativa.

El valor de $p < 0,0001$ fue altamente significativo, lo que indica que los tratamientos ejercieron un efecto estadísticamente significativo sobre el tiempo requerido para alcanzar los 1000 gramos de peso vivo. El error residual fue bajo (0,63), lo que sugiere que la variabilidad no explicada por el modelo es relativamente pequeña, reafirmando su solidez estadística.

En general, el 85% de la variabilidad observada en el tiempo de duración hasta alcanzar los 1000 gramos de peso vivo se considera altamente satisfactorio, mientras que un coeficiente de variación del 4,79% demuestra que los datos son consistentes y presentan poca dispersión entre las repeticiones.

Tabla 6. Rangos del tiempo de duración en semanas para peso vivo en cada tratamiento.

Trt	Medias	n	E.E.				
T5	9,00	3	0,32	A			
T3	10,00	3	0,32	A			
T2	11,33	3	0,32	A	B		
T6	11,67	3	0,32	A	B	C	
T1	12,00	3	0,32		B	C	
T4	13,00	3	0,32			C	D
T7	13,00	3	0,32				D

Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T5 (100% avena) y T4 (100% maíz) se ubicaron en el grupo A, destacándose como los de mejor desempeño en cuanto al tiempo requerido para alcanzar los 1000 gramos de peso vivo. En contraste, el tratamiento T7 (testigo, compuesto por 100% pasto natural) presentó el menor rendimiento, situándose muy por debajo de los tratamientos T5 y T4.

El tratamiento T5 y el T4 mostraron un mayor rendimiento, con una media de 9,00 semanas, es decir, un menor tiempo para alcanzar el peso objetivo. Por su parte, el tratamiento T7 requirió un mayor número de semanas, evidenciando un rendimiento inferior.

En cuanto a los tratamientos T1, T6, T2 y T3, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre ellos, presentando una media de 10,58 semanas.

4.1.2 Consumo de alimento (kg)

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza del consumo de alimento, donde se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos con un p-valor de <0,0874, con una media de 1,45.

Tabla 7. Análisis de varianza del consumo de alimento (kg)

Variable	N	R	R Aj	CV	
Consumo alimento	18	0,51	0,31	7,30%	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	8	0,03	2,53	<0,0874ns
Trt	0,14	6	0,03	2,53	<0,0874ns
Error	0,14	12	0,01		
Total	0,28	17			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El número de muestras interpretadas por N= 18, en el cual el modelo explica que tuvo el 51% de variación en el consumo de alimento, obteniendo un desempeño moderado. En R Aj el valor es bajo, lo cual indica que el modelo no interpreta tan bien los datos, el coeficiente de variación es bajo, dando por entendido que los datos son relativamente homogéneos con poca variación relativa entre repeticiones.

El valor de $p = 0,0874$ indica que no hay una diferencia significativa. En el error residual es moderado lo que sugiere que la cantidad de variabilidad es relativamente pequeña.

4.1.3 Conversión Alimenticia

En la tabla 8 se observa el análisis de varianza previo a la conversión alimenticia durante el periodo de engorde de los cuyes, donde se puede observar que no existe diferencia significativa en las unidades experimentales ya que el p-valor es de <0,9841, dando como resultado que todos los datos son similares a los resultados de cada tratamiento.

Tabla 8. Análisis de varianza de la conversión alimenticia

Variable	N	R	R Aj	CV	
Conver. Alimenticia	21	0,53	0,22	12,93%	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	8	0,03	0,12	<0,9841
Trt	0,01	6	0,03	0,12	<0,9841
Error	0,01	12	0,04		
Total	0,02	20			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El número de muestras analizadas fue $N = 21$, y el modelo explicó el 53% de la variación en los datos de conversión alimenticia, lo que indica un desempeño moderado. El valor del R^2 ajustado (0,22) fue bajo, lo que sugiere que el modelo no logra interpretar adecuadamente la variabilidad presente en los datos. El coeficiente de variación, de 12,93%, se considera moderado, indicando que los datos presentan un nivel aceptable de homogeneidad y una variación relativa reducida entre las repeticiones.

El valor de $p = 0,2985$ para los tratamientos fue mayor que 0,05, lo cual indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia entre los tratamientos evaluados. Esta misma tendencia se observó para el efecto de las repeticiones (REP) y para el modelo global, ya que en ambos casos $p > 0,05$.

En consecuencia, el modelo no detecta efectos estadísticamente relevantes, y se concluye que los tratamientos no influyeron de manera significativa en la conversión alimenticia.

4.1.4 Ganancia de Peso

En la tabla 9 el número de muestras interpretadas por $N = 21$, en el cual el modelo explica que tuvo el 84% de variación en la ganancia de peso, indicando un excelente desempeño. En R_{Aj} el valor es de 73%, lo cual indica que el modelo es confiable, el coeficiente de variación es bajo (6,56%) dando por entendido que los datos son homogéneos con buena precisión experimental.

Tabla 9. Análisis de varianza de la ganancia de peso

Variable	N	R	R Aj	CV		
G. peso	21	0,84	0,73	6,56%		
F.V	SC	GI	CM	F		p-valor
Modelo	1,1	8	1,3	7,81		0,0009 **
Trt	1,0	6	1,7	9,94		0,0005 **
Error	4,9	2	2,4	1,45		0,2734
Total	2,0	12	1,7			
	1,3	20	-			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El valor de $p = 0,0005$ indica que hay una diferencia significativa en la ganancia de peso entre tratamientos.

En la tabla se observa el análisis de varianza realizado para el peso ganado desde la semana 2 hasta la semana 14 del experimento. Los resultados indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos. En particular, el tratamiento T5 presentó el mayor rendimiento, con una media de 0,08, mientras que los tratamientos T4 y T7 mostraron los valores más bajos, con una media de 0,06.

Tabla 10. Rangos de la ganancia de peso en cada tratamiento.

Tratamientos	N	E.E	Medias g/cuy	Rangos
T5	3	2,4	0,08	A
T3	3	2,4	0,07	AB
T6	3	2,4	0,06	BC
T2	3	2,4	0,06	BC
T1	3	2,4	0,06	BC
T4	3	2,4	0,06	C
T7	3	2,4	0,06	C
CV	6,56 %			
X	0,06			

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) permitió identificar que el tratamiento T5 presentó la mayor ganancia de peso (0,08 kg) en el grupo A, diferenciándose significativamente de los tratamientos T4 y T7 del grupo C, que mostraron los valores más bajos (0,06 kg). Los tratamientos T3, T6, T2 y T1 presentaron valores intermedios, pero aún se asocia parcialmente al grupo superior (A-B), sin diferencias significativas entre sí.

En conjunto, estos resultados indican que los tratamientos evaluados influyeron de manera significativa sobre la ganancia de peso, destacando el tratamiento T5 como el más efectivo dentro del estudio.

4.1.5 Morbilidad

Para la variable morbilidad, se trabajó con un total de N = 21 observaciones. El modelo obtuvo un R² de 0,52, lo que indica que explicó el 52% de la variabilidad observada en esta variable. No obstante, el R² ajustado (0,20) fue moderadamente bajo, sugiriendo que la capacidad del modelo para explicar la variación real de los datos es limitada.

Tabla 11. Análisis de varianza de la morbilidad

Variable	N	R	R Aj	CV		
Conver Alimenticia	21	0.52	0,20	156,87%		
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor	
Modelo	11666,67	8	1458,33	1,63	0,2138	
Trt	5714,29	6	952,38	1,07	0,4330	
Error	5952,38	2	2976,19	3,33	0,0706	
Total	10714,29	12	892,86			
	22380,95	20	-			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El Análisis de Varianza (SC tipo III) se presenta en el Cuadro correspondiente. El modelo general no mostró significancia estadística ($p = 0,2138$), lo que indica que, de manera global, los factores incluidos no explican diferencias importantes en la morbilidad. Así mismo, el factor tratamiento (Trt) tampoco presentó diferencias significativas ($p = 0,4330$), lo que evidencia que los tratamientos evaluados no tuvieron un efecto estadístico sobre esta variable.

En cuanto al error, se obtuvo un cuadrado medio de 2976,19, con una significancia marginal ($p = 0,0706$), aunque sin llegar al nivel requerido para considerar un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

Los resultados en conjunto indican que el modelo no detectó diferencias significativas en la morbilidad entre los tratamientos, por lo que esta variable no se vio afectada de manera estadísticamente comprobable bajo las condiciones del estudio.

4.1.6 Mortalidad

Para la variable mortalidad, se analizaron N = 21 observaciones. El modelo presentó un R² de 0,42, indicando que explicó el 42% de la variabilidad total de la mortalidad. Sin embargo, el R² ajustado fue bajo (0,04), lo que sugiere que el modelo no logra describir

de forma adecuada la variación presente en los datos. El coeficiente de variación (CV) alcanzó un valor de 158,99%, reflejando una alta dispersión y heterogeneidad en las observaciones.

Tabla 12. Análisis de varianza de la mortalidad

Variable	N	R	R Aj	CV	
Conver. Alimenticia	21	0,42	0,04	158,99%	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	723,81	8	90,48	1,10	0,4275
Trt	380,95	6	63,49	0,77	0,6084
Error	342,86	2	171,43	2,08	0,1680
Total	990,48	12	82,54		
	1714,29	20	-		

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El modelo no presentó efectos significativos ($p = 0,4275$). El factor tratamiento (trt) tampoco evidenció diferencias estadísticas ($p = 0,6084$), indicando que los tratamientos no influyeron significativamente en la mortalidad registrada. Asimismo, el efecto de las repeticiones (REP) no fue significativo ($p = 0,1680$).

Los valores de los cuadrados medios del error (82,54) y del total (1714,29) confirman que una parte considerable de la variabilidad no fue explicada por el modelo, lo cual coincide con los bajos valores de ajuste observados.

4.1.7 Conversión Alimenticia

En la tabla 13, se observa el análisis de varianza previo a la conversión alimenticia durante el periodo de engorde de los cuyes, donde se puede observar que no existe diferencia significativa en las unidades experimentales ya que el p-valor es de $<0,9841$, dando como resultado que todos los datos son similares a los resultados de cada tratamiento.

Tabla 13. Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia

Variable	N	R	R Aj	CV	
Conver. Alimenticia	21	0,52	0,20	156,87%	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	8	0,03	0,12	<0,9841
Trt	0,01	6	0,03	0,12	<0,9841
Error	0,01	12	0,04		
Total	0,02	20			

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El número de muestras analizadas fue $N = 21$, y el modelo explicó el 53% de la variación en los datos de conversión alimenticia, lo que indica un desempeño moderado. El valor del R^2 ajustado (0,22) fue bajo, lo que sugiere que el modelo no logra interpretar adecuadamente la variabilidad presente en los datos. El coeficiente de variación, de 12,93%, se considera moderado, indicando que los datos presentan un nivel aceptable de homogeneidad y una variación relativa reducida entre las repeticiones.

El valor de $p = 0,2985$ para los tratamientos fue mayor que 0,05, lo cual indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia entre los tratamientos evaluados. Esta misma tendencia se observó para el efecto de las repeticiones (REP) y para el modelo global, ya que en ambos casos $p > 0,05$.

En consecuencia, el modelo no detecta efectos estadísticamente relevantes, y se concluye que los tratamientos no influyeron de manera significativa en la conversión alimenticia.

4.1.8 Rendimiento a la canal

Tabla 14. Análisis de varianza del Rendimiento a la canal

Variable	N	R	R Aj	CV	
G. peso	21	0,84	0,74	1,55 %	
F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	58,39	8	7,30	8,03	0,0008 **
Trt	57,62	6	9,60	10,57	0,0003 **
Error	0,77	2	0,38	0,42	0,6646 ns
Total	10,91	12	0,91		
	69,29	20	-		

ns: no existe significancia

* : existe significancia

** : alta significancia

El número de muestras analizadas fue $N = 21$, y el modelo explicó el 84% de la variación en la ganancia de peso, lo que indica un excelente desempeño estadístico. El R^2 ajustado, con un valor del 74%, confirma la confiabilidad del modelo. Asimismo, el coeficiente de variación fue bajo (1,55%), lo que refleja una mínima variabilidad experimental y una alta precisión en las mediciones, evidenciando que los datos son homogéneos y presentan una adecuada precisión experimental.

El p-valor = 0,0003 para el efecto de los tratamientos fue menor que 0,05, lo cual demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento a la canal entre los tratamientos evaluados.

Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento a la canal, obteniéndose diferencias estadísticas entre los tratamientos. El coeficiente de variación se mantuvo en 1,55%, y la media general fue de 61,7 g/cuy durante las trece semanas que duró la investigación. La tabla correspondiente muestra tres rangos de significancia, donde el tratamiento T1 (50% maíz, 25% avena y 25% trigo) se ubicó en el rango A, presentando el mayor rendimiento a la canal, superando de manera significativa al tratamiento testigo, el cual registró el rendimiento más bajo.

Tabla 15. Rangos del rendimiento a la canal.

Tratamientos	N	E.E	Medias g/cuy	Rangos
T1	3	0,55	64,45	A
T5	3	0,55	62,42	AB
T6	3	0,55	62,31	AB
T3	3	0,55	62,09	AB
T2	3	0,55	61,70	B
T4	3	0,55	60,03	BC
T7	3	0,55	58,90	C
CV	1,55%			
X	61,7			

De acuerdo con la prueba de comparación múltiple de Tukey, el tratamiento T1 obtuvo el mayor rendimiento (64,45) y se ubicó en el grupo estadístico "A", siendo significativamente superior al tratamiento T2 (61,70), el cual se clasificó en el grupo "B" y presentó el rendimiento más bajo. Los tratamientos T3, T5 y T6, con valores intermedios entre 62,09 y 62,42, compartieron las letras A y B, indicando que no difirieron significativamente ni del tratamiento con mayor rendimiento ni del de menor.

En términos generales, se concluye que los tratamientos evaluados afectaron significativamente el rendimiento, destacándose el tratamiento T1 como el de mejor desempeño, mientras que el tratamiento T4 y T7 se presentaron como los de menor desempeño teniendo los valores más bajos, bajo las condiciones experimentales del estudio.

4.1.9 Costos de producción

En la tabla 17 se presenta el desglose de los costos de producción asociados a cada tratamiento, considerando los materiales utilizados (semillas de avena, maíz, trigo y pasto), mano de obra y bandejas empleadas en el proceso.

Para las semillas de avena, maíz (morochillo) y trigo, se registraron variaciones importantes en las cantidades requeridas por tratamiento, lo que generó diferencias en los valores finales. El pasto natural se utilizó únicamente en el tratamiento T7, mientras que los demás tratamientos incorporaron diferentes combinaciones de granos en proporciones específicas.

La mano de obra se mantuvo constante para todos los tratamientos, con un total de 52 horas por tratamiento y un valor unitario de 0,70 USD por hora, correspondiendo a 37 USD en cada caso. De igual manera, el costo de bandejas se mantuvo uniforme, con un total de 20 unidades utilizadas por tratamiento y un costo de 56 USD.

Tabla 16. Costos de Producción

Material	Unid.	Cant.	Valor Uni.	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5	Trat. 6	Trat. 7
I. Costos Directos (Semillas)										
*Avena	Qq	4	22	11 \$ (1/2 qq)	11\$ (1/2 qq)	22\$ (1qq)		44 \$ (2qq)		
*Maíz (morochillo)	Qq	5	19	19\$ (1 qq)	9.5\$ (1/2 qq)	9.5\$ (1/2 qq)	57\$ (3 qq)			
*Trigo	qq	4	24	12\$ (1/2 qq)	24\$ (1qq)	12\$ (1/2 qq)			48\$ (2qq)	
*Pasto	qq	1	150							75 \$ (1/2 qq)
II. Costos Directos Fijos y Mano de Obra										
Mano de obra	de hora	548	0,7	74 h 52\$	70h 49\$	65 h 46\$	81 h 57\$	53 h 38\$	72h 51\$	133h 94\$
Cuyes	Unid.	105	3	15u 45\$	15u 45\$	15u 45\$	15u 45\$	15u 45\$	15u 45\$	15u 45\$
Total de gastos				139\$	138,5\$	134,5\$	159\$	127\$	144\$	214\$
III. Ingresos por Venta										
Cuyes de 1000gr P.V	Unid.	99	12	14u 168\$	15u 180\$	14u 168\$	14u 168\$	15u 180\$	14u 168\$	13u 156\$
IV. Análisis de Rentabilidad										
TOTAL (Ganancia/Pérdida)/Tratamiento				29\$	41,5\$	33,5\$	9\$	53\$	24\$	-58\$

El análisis de rentabilidad demostró que seis de los siete tratamientos (T1 a T6) generaron una ganancia, lo que indica que el valor de la producción fue superior a los costos incurridos. Únicamente el Tratamiento 7 (T7) reportó una pérdida de \$58.00, debido a sus altos costos por el uso de Pasto (75.00) y la mayor cantidad de mano de obra (94.00), combinado con la más baja producción final (13 cuyes).

El Tratamiento 5 (T5) se consolidó como el más rentable del estudio, generando una ganancia neta de \$53.00. El T5 registró el menor costo total de producción (\$127.00). Este bajo costo se atribuye principalmente a la baja demanda de mano de obra (53h) y una formulación de semillas compuesta únicamente por Avena.

A pesar del menor costo, T5 logró una producción alta (15 cuyes), igualando al T2 en cantidad de unidades vendidas. El Tratamiento demostró ser la combinación más eficiente al maximizar la producción con la mínima inversión de recursos.

4.2 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que el uso de forrajes hidropónicos ejerce una influencia significativa sobre varios parámetros productivos en cuyes, particularmente en el tiempo necesario para alcanzar los 1000 g de peso vivo, la ganancia de peso y el rendimiento a la canal. Estos hallazgos coinciden ampliamente con lo reportado por diversos autores que destacan al Forraje Verde Hidropónico (FVH) como una alternativa alimenticia capaz de mejorar el desempeño productivo en sistemas de crianza intensiva.

El tiempo requerido para alcanzar los 1000 g de peso vivo presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$), identificándose al tratamiento T5 (100% avena) como el de mejor desempeño, seguido por T4 (100% maíz). Ambos lograron alcanzar el peso objetivo (1000 g PV) en 9 semanas y 10 semanas respectivamente, a diferencia del tiempo que el tratamiento testigo (T7), el cual mostró el desempeño más bajo con un tiempo de 13 semanas. Este comportamiento guarda estrecha relación con lo reportado por (Yanchaliquin Taris, 2022), quien encontró que tanto el FVH de cebada como el de maíz permiten obtener mayores pesos finales y mayor ganancia de peso respecto a dietas tradicionales, debido a su alta digestibilidad y disponibilidad nutricional. De manera similar (Aira Asencios, 2016), encontró que el FVH de maíz fue el tratamiento que

alcanzó mayor peso final (1408,5 g), confirmando que este tipo de forraje promueve un crecimiento acelerado, aspecto que se refleja también en el rendimiento del tratamiento T4 de este estudio.

En cuanto a la ganancia de peso, se observó un efecto significativo entre tratamientos ($p = 0,0005$), siendo nuevamente T5 el más destacado, con una media de 0,08 kg/cuy, superior al testigo y a otros tratamientos. Estudios previos también resaltan buenas respuestas productivas con FVH de avena. Por ejemplo, (Condoy *et al.*, 2023) reportaron efectos positivos del FVH de avena enriquecido con microorganismos, destacando aumentos significativos en la ganancia de peso. Aunque en este estudio no se utilizaron microorganismos, la avena hidropónica mostró un comportamiento favorable, posicionándose como una opción eficiente para la producción de cuyes.

El FVH de maíz también ha mostrado resultados positivos en otros trabajos. (Aira Asencios, 2016) encontró que este forraje obtuvo la mayor ganancia de peso (1150,98 g/cuy) entre sus tratamientos. Sin embargo, en la presente investigación el tratamiento T4 (maíz) no superó a T5 (avena), lo cual puede deberse a factores como la palatabilidad, la etapa de germinación o las proporciones utilizadas. A pesar de ello, el maíz hidropónico mantuvo un desempeño superior al testigo, lo que concuerda con los beneficios descritos por (Yanchaliquin Taris, 2022) y (Aquino *et al.*, 2017), quienes destacan que el FVH, especialmente de cereales, mejora la eficiencia de crecimiento en comparación con el alimento convencional.

Por otro lado, los resultados del consumo de alimento y conversión alimenticia no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), lo que indica que, bajo las condiciones del experimento, el tipo de FVH empleado no afectó de manera determinante la cantidad consumida ni la eficiencia alimenticia. Este hallazgo difiere parcialmente de lo reportado por (Aira Asencios, 2016), quien encontró que el FVH de cebada motivó un mayor consumo y que el FVH de maíz obtuvo la mejor conversión alimenticia. De igual forma, (Punina, 2015) señala que la avena hidropónica logró la mejor conversión alimenticia en su estudio. La ausencia de significancia en el presente trabajo puede explicarse por el tamaño de muestra, la uniformidad de las raciones o el periodo evaluado, haciendo que las diferencias en consumo no sean suficientemente amplias para mostrar contrastes estadísticos.

En relación con la mortalidad, no se evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,6084$). Este patrón coincide con Aquino *et al.* (2017) y (Punina, 2015), quienes tampoco registraron mortalidad en sus estudios, sugiriendo que el FVH no genera riesgos sanitarios adicionales y puede considerarse una alternativa alimenticia segura para los cuyes.

Uno de los resultados más relevantes fue el rendimiento a la canal, donde se observaron diferencias significativas ($p = 0,0003$). El tratamiento T1 (50% maíz, 25% avena y 25% trigo) obtuvo el mayor rendimiento (64,45 g/cuy) seguido del T5 (62,09 g/cuy), superando significativamente al tratamiento testigo (T7), que registró el menor valor (58,90 g/cuy). Este resultado es similar a lo reportado por (Yanchaliquin Taris, 2022), quien encontró que el mayor rendimiento a la canal (87,78%) se obtuvo con dietas que incluían FVH de maíz combinado con concentrado. Así mismo, (Aquino *et al.*, 2017) reportó que el FVH de trigo logró el mayor rendimiento a la canal en su estudio (70,93%), lo cual coincide con el buen comportamiento observado en tratamientos que incluyen trigo en esta investigación. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la combinación de diferentes FVH puede potenciar el rendimiento cárnico, posiblemente por complementariedad nutricional entre especies.

El Tratamiento (T5), con una dieta basada en Avena, fue el más rentable del presente estudio (Ganancia neta: \$53.00 por tratamiento), está en fuerte contraste con la mayoría de los antecedentes que evalúan la rentabilidad basándose en el FVH. El estudio de (Aira Asencios, 2016), el de (Aquino *et al.*, 2017) y el de (Punina, 2015) identificaron al FVH de Maíz (Aira: \$1.13 USD; Punina: 2.53 gr de conversión, T3) o al FVH de Cebada (Aquino: \$1.28 USD) como los más rentables o eficientes.

El T5 a base de Avena como ingrediente principal y el menor costo total, superó a estas formulaciones en beneficio económico. La mayor rentabilidad del T5 se debió al menor tiempo de llegar al peso final lo cual minimizó los costos, principalmente el costo de la Mano de Obra (\$38.00) y consumo de la dieta (\$44.00 por Avena). Esto sugiere que la eficiencia económica en la crianza de cuyes no solo depende de la conversión alimenticia, sino también de la optimización de los costos operativos fijos y variables no relacionados directamente con la materia seca del alimento.

Concluyendo que, si bien el FVH de Maíz y Cebada muestran resultados consistentemente altos en ganancia de peso y conversión alimenticia en la literatura (Aira Asencios, 2016); (Yanchaliquin Taris, 2022), la mejor estrategia económica reside en el Tratamiento 5 (Avena). Esto se debe a que su menor costo de implementación y gestión de recursos (mano de obra y semillas) supera el impacto de cualquier ventaja productiva marginal que pudieran ofrecer las otras formulaciones, resultando en la mayor rentabilidad del proyecto (\$53.00).

En síntesis, los resultados muestran que el uso de FVH, especialmente el de avena y maíz, al 100% favorece significativamente el crecimiento y rendimiento a la canal de los cuyes, confirmando las tendencias observadas en estudios previos. Aunque no se observaron diferencias significativas en el consumo y conversión alimenticia, sí se registraron mejoras importantes en variables productivas clave. Esto sugiere que la implementación de FVH puede ser una estrategia eficiente para mejorar el desempeño productivo, aunque su viabilidad económica dependerá de los costos de insumos y la disponibilidad local de materiales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1.- El Forraje Verde Hidropónico FVH genera un efecto positivo en los parámetros productivos estudiados; El Tratamiento (T5) a base de 100% de avena se estableció como la alternativa de alimentación en tiempo, en ganancia de peso, rendimiento a la canal, el tratamiento T1 obtuvo el mayor rendimiento (64,45) mientras que el T5 se mantuvo con valores intermedios entre 62,09 y 62,42 y menos costo de producción al ser más rentable, generando una ganancia neta de \$53.00 por tratamiento.

2.- La administración de FVH no presentó significancia estadística en cuanto a morbilidad y mortalidad.

3.- El mejor Forraje Verde Hidropónico FVH es la avena al 100%.

4.- En cuanto a rentabilidad el FVH con avena al 100% demostró mejores resultados con un costo de producción de 127 dólares por tratamiento y una ganancia neta por cuy de 3,53 dólares por cuy.

5.2 RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda la utilización de Forraje Verde Hidropónico FVH de avena al 100% para mejorar los índices productivos.

2.- Capacitar a los productores de cuyes pequeños, medianos, y grandes la implementación de FVH para la alimentación de este.

3.- Utilizar para la producción de FVH semillas de calidad y un número adecuado de cuyes para aumentar la rentabilidad.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, R. (2020, febrero 25). Conversión alimenticia. *Porcicultura.com*.
<https://www.porcicultura.com/destacado/La-incomprendida-conversion-alimenticia>
- Aira Asencios, F. A. (2016). Efecto comparativo de forrajes hidropónicos durante las etapas de crecimiento y engorde de cuyes en el centro poblado de Paraíso—Huacho. *Repositorio institucional - UNJFSC*.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/1708>
- Albert, G., Alonso, N., Cabrera, A., Rojas, L., & Rosthoj, S. (2016). EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ, AVENA Y TRIGO. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 7-10.
<https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.7-10>
- Aquino, B. J., Wilda, Y., & Cierro, B. R. (2017). EFECTO DEL USO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) LÍNEA PERÚ EN CONDICIONES DE GALPÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA – OLERÍCOLA, UNHEVAL – HUÁNUCO, 2017.
- Ayvar, E. (2018). "Parámetros hematológicos y bioquímicos nutricionales en *Cavia porcellus* suplementados con probiótico *Lactobacillus spp.*" [Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, UNIVERSIDAD RICARDO PALMA].
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/1682/Ayvar_JE.pdf?sequence=1
- Castro, I. H. P. (2012). SISTEMAS DE CRIANZA DE CUYES A NIVEL FAMILIAR-COMERCIAL EN EL SECTOR RURAL.
- Chauca, L. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)* - (Vol. 138).
<https://www.fao.org/3/W6562S/W6562S00.htm>
- Condoy, M. D. C. C., Rodas, W. O. Q., Flores, F. R., Murillo, N. D. C. C., Condoy, M. D. C. C., Rodas, W. O. Q., Flores, F. R., & Murillo, N. D. C. C. (2023). Impacto de forraje hidropónico y microorganismos eficientes en cuyes: Parámetros productivos,

- hematológicos y bioquímicos nutricionales. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 7(21), 573-582. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i21.238>
- contextoganadero. (2016, junio 20). *Aprenda a calcular la ganancia diaria de peso en bovinos*. CONtexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/aprenda-calcular-la-ganancia-diaria-de-peso-en-bovinos>
- Cotrina, A. R., & Crispin, K. M. (2016). Obtención de alimento balanceado extruido a partir de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) para engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1686>
- Cruz Anrrango, J. A., & Ortiz Lomas, H. A. (2010). *Evaluación de Cebada Hidropónica (hordeum vulgare), Maíz Hidropónico (zea mays), Alfalfa (medicago sativa) y mezcla forrajera en la alimentación de Cuyes (cavia porcellus)*, en Antonio Ante, Provincia Imbabura [bachelorThesis]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/180>
- Garzon, J. P., & Camacho, J. G. (2022). *Estudio de línea base de la producción de cuyes en la sierra del Ecuador* (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Vol. 1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30284.28801>
- Guerra León, C. (2009). *MANUAL TÉCNICO DE CRIANZA DE CUYES*. cedepas norte. https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_tecnico_de_crianza_de_cuyes.pdf
- Hinojosa Benavides, R. A., Yzarra Aguilar, A., & Rojas Yauri, G. (2022). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia cobayo*) bajo el efecto de cuatro sistemas de alimentación. *Revista Alfa*, 6(16), 178-185. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.160>
- Lagla, W. V. C. (2012). *TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA*.
- León, H. J. R. (2015). *Comportamiento productivo de cuyes alimentados con forraje y suplemento más aditivo de clorohidrato de ractopamina* [bachelorThesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14325>
- Meza, E., Orellana, J., Astuhuamán, L., Mendoza, G., Meza, E., Orellana, J., Astuhuamán, L., & Mendoza, G. (2023). Maximización de beneficios económicos del engorde

de cuyes mediante restricción alimentaria. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i5.26374>

Núñez, O. P., & Guerrero, J. R. (2021). Forrajes hidropónicos: Una alternativa para la alimentación de animales domésticos. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(1), 44-52.

Punina, A. Á. D. (2015). *Análisis económico-financiero en el engorde de cuyes utilizando tres tipos de forraje verde hidropónico (cebada, avena y maíz) en la comunidad Tamboloma de la parroquia Pilahuin cantón Ambato*. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13925>

Rodrigo Ricardo. (2024). Morbilidad: Definición, tasa y cálculo. En *Estudyando*. <https://estudyando.com/morbilidad-definicion-tasa-y-calculo/>

Sánchez Del Castillo, F., Moreno Pérez, E. del C., Contreras Magaña, E., & Morales Gómez, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(4), 35-43.

Santos, Ss. E. (2021). *Producción de Forraje Verde Hidropónico, sus Propiedades y Usos en la Alimentación en la UDEA-Lircay*. <http://repositorio.udea.edu.pe/handle/UDEA/209>

sicreesinnovas. (2021, septiembre 23). El potencial mercado mundial de la carne de cuy peruano. *Revista Si crees innovas*. <https://sicreesinnovas.com/el-potencial-mercado-mundial-de-la-carne-de-cuy-peruano/>

Solorzano, J. D. (2014). *Crianza, producción y comercialización de Cuyes*. Editorial Macro.

Torres, J. (2009). *Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000200007

Yanchaliquin Taris, J. W. (2022). *Forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17088>

Zaldívar Abanto, M. (1994). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. <https://www.fao.org/4/W6562S/w6562s.htm#TopOfPage>

VII. ANEXOS

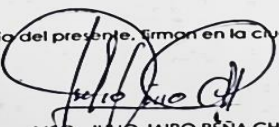
Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

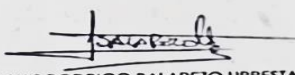
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES			
CARRERA DE AGROPECUARIA			
ACTA			
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR			
ESTUDIANTE:		Rosero Caicedo Carla Jaemin	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0450259492
PERIODO ACADÉMICO:		2025B	
PRESIDENTE TRIBUNAL		MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO	DOCENTE TUTOR: DR. LUIS RODRIGO BALAREZO URRESTA
DOCENTE:		MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO	
TEMA DEL TIC: "Efecto de la incorporación de forraje hidropónico de tres tipos de gramíneas, sobre los parámetros productivos del cuy (cavia porcellus), desde los 15 días de nacidos hasta sus 1000 gr de peso vivo, en Fernández Salvador, Provincia del Carchi"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.00	Amplicar los fundamentos de las FVM
3	METODOLOGÍA	8.00	Explicar mejor el análisis estadístico utilizado revisar
4	RESULTADOS	8.00	Aclarar mejor los resultados
5	DISCUSIÓN	8.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.00	Redactar mejor las mismas
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.00	
	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CAUDAD DE LA INFORMACIÓN	8.00	Revisar


Obteniendo una nota de: **8.00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 21 de enero de 2026**


 MSC. JULIO JAIRO PEÑA CHAMORRO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 DR. LUIS RODRIGO BALAREZO URRESTA
 DOCENTE TUTOR


 MSC. EDISON MARCELO IBARRA ROSERO
 DOCENTE

Anexo 2. Certificado del Abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Carla Jasmin Rosero Caicedo				
DATE: Thursday, June 18, 2026				
Topic: "Effect of the incorporation of hydroponic fodder from three types of grasses on the productive parameters of guinea pigs (<i>Cavia porcellus</i>), from 15 days of age until reaching 1,000 g of live weight, in Fernández Salvador, Carchi Province".				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,5: GOOD 5 - 6,5: AVERAGE 0 - 4,5: LIMITED		TOTAL 9	

Anexo 3. Fotografías de la investigación



Figura 2. Recibimiento del cuy



Figura 2. Desparasitación externa del cuy



Figura 3. Producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)



Figura 4. Incorporación de FVH a la alimentación del cuy



Figura 5. Tratamiento animal infectado con Salpullido



Figura 6. Autopsia animal muerto por timpanismo



Figura 7. Pesaje del FVH



Figura 8. Sacrificio de los animales