UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN DEL CUY (C*avia porcellus* L.)"

AUTOR

Máximo Fredi Veloz Cevallos

Nemecio Edmundo Dahua Gualinga

DIRECTOR

MSc. Patricio Fabián Naranjo Delgado

PASTAZA – ECUADOR
2021

Declaratoria de Autoría y Cesión de Derechos

Quienes suscriben Máximo Fredi Veloz Cevallos y Nemecio Edmundo Dahua Gualinga con C.I. 1600694283 y 1600514002, hacen constar que son los autores del Proyecto de Trabajo de Integración Curricular titulado: Análisis documental del forraje verde hidropónico en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus* L.), el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. Patricio Fabián Naranjo Delgado. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 19 días del mes de febrero del 2021.

Veloz Cevallos Máximo Fredi
Nombre del Estudiante
CI: 1600514002

Dahua Gualinga Nemecio Edmundo
Nombre del Estudiante
CI: 1600694283

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: "**Análisis documental del forraje verde hidropónico en la alimentación del cuy (C*avia porcellus* L.)**"

Firmado electrónicamente por:
HERNAN ALBERTO UVIDIA CABADIANA

Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD.

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
CRISTIAN DAVID CHIMBORAZO SARABIA

Ing. Cristian David Chimborazo Sarabia, M.Sc.

Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
WILLAN ORLANDO CAICEDO QUINCHE

Dr. Willan Orlando Caicedo Quinche, PhD.

Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 85-SAU-UEA-2021

Puyo, 23 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Dahua Gualinga Nemecio Edmundo con C.I. 1600694283 y Veloz Cevallos Máximo Fredy con C.I. 1600514002, con el Tema: **"Análisis documental del forraje verde hidropónico en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus* L.).",** de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Director de la investigación Ing. NARANJO DELGADO PATRICIO FABIAN, MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 23 de febrero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

Dedicatoria

Con mucho amor, cariño y respeto dedico este trabajo a las personas que me han apoyado para poder cumplir una meta más.

A Dios primeramente por darme la fuerza necesaria para enfrentar las batallas.

A mi madre Luz C. por confiar y creer en mí, cuando no muchos lo hicieron, a ti madre dedico este logro por el ardo trabajo y sacrifico que desempeñas en el papel de padre y madre durante todos estos años, es un orgullo y privilegio ser tu hijo, eres la mejor madre y la fuente de mi inspiración".

A mis hermanos (William, Milton, Jhon, Neymar, Fabián) quienes, a pesar de las peleas, al final del día estamos tratándonos como que nada hubiese pasado, ustedes han sido mi compañía y mi apoyo moral, con sus ocurrencias por momentos el mundo y los problemas desaparecían.

A mi novia Paola P. por apoyarme y alentarme en los momentos difíciles, por brindarme su amor y el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi tía Marlene C. y mi abuelita María R. quienes me han ayudado incondicionalmente cuando lo he necesitado.

Máximo Veloz

Agradecimiento

Gracias a dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, a mi madre por el cariño, amor y corrección brindada en el transcurso de mi formación personal y académica, a mis hermanos por el hombro que me brindan en todo momento, a mi novia por la paciencia, comprensión, amor y apoyo incondicional que me brindas, a mi tía y abuelita por la motivación y compañía.

De manera muy especial agradecerle al Ing. Patricio Naranjo por el acompañamiento y apoyo en el desarrollo del proyecto.

A mis maestros por las enseñanzas en cada etapa del sistema educativo superior, a mis compañeros por todos los momentos compartidas gracias.

Máximo Veloz

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo le dedico a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en el proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, él es quien sabe cuál es mi sueño y los va realizando en su tiempo perfecto.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrifico en todos estos años, sé que están felices de verme obteniendo un logro más en mi vida.

A mi familia, amigos, compañeros de aula, a mi tutor y todos los que hicieron de esta una experiencia especial.

Nemecio Dahua

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por mantenerme siempre firme, fuerte y lleno de fe para culminar algo que pareció imposible en algún momento.

Agradezco de manera muy especial al Ing. Patricio Naranjo, por todo el soporte y la ayuda brindada durante la realización del trabajo. Agradezco también a todos los que fueron mis maestros y compañeros en cada nivel y así como también agradezco de todo corazón a mi querida familia por el apoyo incondicional brindada en todo momento.

Nemecio Dahua

Resumen

En la presente investigación se realizó una revisión bibliográfica sobre el forraje verde hidropónico como una alternativa en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus* L.). La investigación es de tipo no experimental exploratoria y documental, en la que se recolectó información sobre las principales características del cuy, tipos de forrajes hidropónicos y el manejo del cultivo hidropónico. La técnica de prodición de FVH consiste en la germinación de semillas principalmente cereales (maíz, cebada, avena, trigo, etc.) bajo condiciones ambientales controladas que permiten un adecuado desarrollo. Mediante la revisión de los distintos análisis bromatológicos se estableció que, el trigo reportó el mayor porcentaje de proteína bruta (19%), EM (2.7 Mcal/kg MS), ceniza (3.9%) y un contenido de materia seca de (11%). En el caso de la avena el porcentaje de proteína bruta es del (15.5%), EM (2.4 Mcal/kg MS), ceniza (5.1%) y MS (36%) y en el forraje verde hidropónico de maíz se reportó una PB (13-15%), EM (2.5 Mcal/kg MS), ceniza (6.7) y MS (20%). Con respecto a los requerimientos nutricionales del cuy, para la etapa de destete se suministra 100 g/día/FVH maíz o avena, en la etapa de crecimiento se suministra de 120 a 180 g/día/FVH maíz o avena, en la etapa adulta se suministra de 300 a 450 g/día/FVH maíz o avena, sin embargo, para las etapas de gestación y lactancia se suministra el FVH de trigo por su alto contenido de proteína en dosis de 200 a 300 g/día. La producción de FVH permite obtener una biomasa vegetal de alta digestibilidad, palatabilidad, calidad nutricional y completamente libre de componentes químicos que puedan afectar al metabolismo del animal, además de reducir el impacto ambiental al no requerir mucho espacio ni grandes cantidades de agua para su producción, por lo que una semilla de buena calidad y un conocimiento mínimo sobre el tema son la base de una producción exitosa.

Palabras Clave: Forraje hidropónico, alimento, cuy, composición química, nutrición y manejo

Abstract

In the present research, a literature review was conducted on hydroponic green fodder as an alternative in the feeding of the guinea pig (*Cavia porcellus* L.). The research is of a non-experimental, exploratory and documentary type, in which information was collected on the main characteristics of the guinea pig, types of hydroponic forages and the management of hydroponic cultivation. The FVH production technique consists of the germination of mainly cereal seeds (corn, barley, oats, wheat, etc.) under controlled environmental conditions that allow adequate development. By reviewing the different bromatological analyses, it was established that wheat reported the highest percentage of crude protein (19%), ME (2.7 Mcal/kg MS), ash (3.9%) and a dry matter content of (11%). In the case of oats the percentage of crude protein is (15.5%), ME (2.4 Mcal/kg MS), ash (5.1) and DM (36%) and in the hydroponic green forage of corn reported a PB (13-15%), ME (2.5 Mcal/kg MS), ash (6.7) and DM (20%). Taking into account the nutritional requirements of the guinea pig, for the weaning stage, 100 g/day/HVF corn or oats are supplied, in the growth stage, 120 to 180 g/day/HVF corn or oats are supplied, in the adult stage, 300 to 450 g/day/HVF corn or oats are supplied, however, for the gestation and lactation stages, wheat HVF is supplied due to its high protein content in doses of 200 to 300 g/day. The production of FVH allows obtaining a vegetable biomass of high digestibility, palatability, nutritional quality and completely free of chemical components that may affect the animal's metabolism, in addition to reducing the environmental impact by not requiring much space or large amounts of water for its production, so a good quality seed and a minimum knowledge on the subject are the basis for a successful production.

Key Words: Hydroponic forage, food, guinea pig, chemical composition, nutrition and management.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... 1

1.1. Planteamiento del problema..... 3

1.2.1 Objetivo general..... 4

1.3. Justificación..... 5

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... 7

2.1 Origen del cuy..... 7

2.1.1 Generalidades del cuy..... 7

2.1.2 Denominación y clasificación Taxonomía..... 8

2.1.3 Características del cuy..... 8

2.1.4 Morfología..... 8

2.2 Requerimientos nutricionales del cuy..... 9

2.2.1 Proteína..... 9

2.2.2 Energía..... 9

2.2.3 Minerales..... 9

2.2.4 Vitaminas..... 10

2.3 Razas de cuy..... 10

2.3.1 Rasa Perú:..... 10

2.3.2 Raza andina:..... 10

2.3.3 Raza inti:..... 10

2.4 Situación actual de la crianza de cuy..... 10

2.5 Consumo alimenticio en las distintas etapas de producción de cuy..... 11

2.6 Sistemas de alimentación 11
2.6.1 Alimentación básica con forraje 11
2.6.2 Alimentación mixta 11
2.6.3 Alimentación a base de concentrado 12
2.7 Ganancia de peso 12
2.8 Conversión alimenticia 12
2.9 Forraje verde hidropónico 12
2.9.1 Ventajas del forraje verde hidropónico 13
2.9.2 Desventajas del forraje hidropónico 13
2.10 Forraje verde hidropónico empleado para la alimentación del cuy 13
2.11 Manejo de forraje verde hidropónico 14
2.11.1 Factores ambientales que influyen en la producción de FVH 14
2.11.2 Luz 14
2.11.3 Temperatura 14
2.11.4 Humedad 14
2.11.5 Calidad de agua 14
2.11.6 Aireación 14
2.12 Semillas más utilizadas en la producción de forraje hidropónico (maíz, cebada, avena, trigo) 15
2.13 Selección del área, infraestructura y materiales para la implementación de un sistema de producción de forraje hidropónico 15
2.14 Manejo del sistema de FVH 16

4.3.1 Selección de la semilla 16

4.3.2 Lavado y desinfección 16

2.14.3 Siembra 16

4.3.4 Germinación 17

4.3.5 Riego 17

4.3.6. Cosecha 18

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 19

3.1 Tipo de investigación 19

3.2 Métodos de investigación 19

3.3. Términos usados para la búsqueda 19

3.4 Criterios de inclusión 19

3.5 Criterios de exclusión 19

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 20

4.2. Forraje verde hidropónico óptimo para la alimentación del cuy 22

4.3. Manejo del forraje verde hidroponico 23

4.3.7. Análisis de rentabilidad 26

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27

5.1 Conclusiones 27

5.2 Recomendaciones 28

REFERENCIAS 29

7. ANEXOS 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cuy 8

Tabla 2. Consumo alimenticio en las distintas etapas del cuy. 11

Tabla 3. Composición química de tres tipos de forrajes hidropónicos**.** 20

Tabla 4. Requerimientos nutricionales del cuy. 21

Tabla 5. Producción de biomasa por m² de Forraje verde hidropónico. 22

Tabla 6. Porcentaje de proteína y materia seca 22

Tabla 7. Principales características a tener en cuenta para un buen manejo. 23

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La producción de cuy se realiza en su mayoría en la región interandina, sin llevar un majo técnico, en el cual se descuida factores como la alimentación, genética, sanidad, manejo etc. Para implementar una producción de cría sostenible es importante aprovechar su condición de herbívoro, con el fin de proporcionar alimentos alternativos que reduzcan los costos de producción sin afectar el aporte nutricional que demanda el mismo ya que es importante cubrir los distintos requerimientos nutricionales en las diferentes etapas que atraviesa (Sánchez, 2009).

En las regiones andinas la mayor parte de la población de cuy se realiza mediante el sistema de crianza familiar, al cual se le implementa dietas basadas en los desperdicios del hogar (Chauca, 1997). Para la alimentación del cuy por lo general se emplea, subproductos industriales, pastos, cereales, desechos de cocina, arbustos, malezas, etc., esto en dependencia con la disponibilidad de los mismos.

En clima templado la producción se ve afectada por la baja calidad nutritiva que poseen los pastos en especial las gramíneas que debido a las altas temperaturas genera una rápida lignificación y maduración, adicionalmente, las condiciones edafoclimáticas restringen el implementación de cultivos con mayor calidad nutricional, por lo que el productor se ve en la necesidad de utilizar insumos externos, en especial concentrados que cumplan con los requerimientos de la explotación, para esto hay que tener en cuenta que la alimentación animal representa entre el 35 y 75% del costo de producción (Meza et al., 2014).

Al-Karaki & Al-Hashimi (2012). Reducir el uso de agua para la agricultura mientras se mantiene o mejora la productividad económica del sector agrícola es un gran desafío en las regiones áridas y semiáridas. La agricultura es el principal consumidor de suministros de agua dulce, particularmente en zonas relativamente áridas y regiones semiáridas donde el agua es escasa.

Las afectaciones por el cambio climático con la crisis del agua y el agotamiento de las tierras, generan una amenaza en la disponibilidad de forraje para la ingesta animal, por lo que se plantea la investigación de otras opciones, que permitan aprovechar de una mejor manera los recursos suelo y agua a la vez que generen sostenibilidad a las producciones de alimento (Ramírez y Soto, 2017). Es por eso que la tecnología hidropónica está surgiendo como una alternativa para cultivar forraje para animales de granja (Naik, et al., 2017)

El sistema de producción de FVH permite obtener un suministro constante de alimento durante todo el año con mínimas cantidades de agua a comparación de una producción tradicional de forraje, además de ser completamente natural por no necesitar la implementación de agroquímicos por lo que existiría una menor incidencia de enfermedades, así como un aumento en la fertilidad y la producción de leche (Vargas, 2009). De la misma manera Naik, Swain & Singh (2015) menciona que la solución nutritiva para el crecimiento del forraje hidropónico no es esencial y solo se puede utilizar el agua del grifo, ya que las semillas contienen reservas nutricionales que favorecen su crecimiento.

1.1.Planteamiento del problema

La explotación de C. *porcellus* en el Ecuador se viene realizando desde hace muchos años atrás de una manera tradicional y en algunos casos de manera tecnificada, la crianza de cuy para los campesinos es un medio de sustentabilidad de las familias, su carne se torna muy demandada por el alto contenido proteico (20%) y baja cantidad de grasa menor de 10% (Paspuezán, 2019).

Sin embargo, las diversas condiciones climáticas como exceso de lluvia, sequias extremas, aumento de plagas, erupciones volcánicas y por ende la poca disponibilidad de tierras afecta la alimentación de los animales debido a que en las zonas rurales la alimentación se basa principalmente en pastos y forrajes, los cuales contienen un deficiente valor nutricional, los elevados costos de los balanceados limitan a estos sectores adquirir e implementar en la dieta diaria, lo que genera una baja rentabilidad y pérdidas en la producción, por lo que se hace necesario buscar alternativas que permitirán mejorar el aporte nutricional en la dieta y asegurar la alimentación en todo momento. Por tal motivo se ha considerado documentar el estado del conocimiento en relación al forraje verde hidropónico, como una alternativa que asegurare la alimentación en todo momento, bajo condiciones controladas que permitan contrarrestar los cambios climáticos y así obtener un producto sano, de alta palatabilidad y calidad nutricional para la alimentación de cuyes.

1.2.Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Realizar una revisión bibliográfica sobre el forraje verde hidropónico como una alternativa en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus* L.).

1.2.2 Objetivos específicos

- Efectuar una revisión bibliográfica sobre los requerimientos nutricionales en la dieta del cuy.
- Determinar los componentes nutricionales del forraje verde hidropónico para la alimentación del cuy.
- Identificar el manejo adecuado en la producción de forra verde hidropónico.

1.3.Justificación

En la actualidad el sistema pecuario requiere una eficiente utilización de cada uno de los factores de producción, dentro del sistema de producción, el funcionamiento adecuado de sus componentes, entre ellos la alimentación de los animales llega a representar el 60 al 70 % del costo de la producción, el cual puede representar el fracaso o el éxito de una explotación pecuaria, ya que los animales deben consumir suficiente alimento (Núñez, 2017).

El cuy (Cavia *porcellus*. L) es de origen andino. Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, constituyen los países de mayor producción y consumo de este animal, por su elevado contenido proteico y baja disponibilidad de grasa, en Ecuador y Perú la producción se encuentra difundida en la mayor parte del país, mientras que en Bolivia y Colombia presenta una baja distribución (Casa, 2018). Ecuador, según las cifras del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se estima que en el país existiría aproximadamente 21 000 000 cuyes produciéndose hasta 47 000 000 anualmente.

La investigación es importante al considerar que la producción del cuy es una actividad económica que permite obtener un nivel alto en utilidades debido a la demanda del producto, favoreciendo en la construcción de perspectivas de desarrollo competitivo desde la familia, los mercados locales, regionales y en el ámbito nacional, constituyéndose en la generación de oportunidades de empleo productivo (Sánchez, 2018).

Por otro lado, la poca disponibilidad de tierras, variaciones climáticas y los altos precios en los alimentos balanceados son factores que afectan directa o indirectamente el desarrollo adecuado de la producción, siendo necesario la búsqueda de nuevas alternativas que permitan reducir los costos de alimentación y mejorar el rendimiento (Romero, 2017).

Beltrano y Giménez (2015) hace referencia a la Hidroponía como un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. Siendo así para los productores una alternativa para optimizar el espacio y maximizar la producción de alimento sano como también de buena calidad nutricional.

El Forraje Verde Hidropónico es un forraje vivo que se obtiene de la germinación de cereales como el maíz, cebada, trigo, avena, sorgo que después de los 12 días es cosechado para suministrar al animal como alimento, es de alta digestibilidad, calidad nutricional y excelente palatabilidad para la alimentación animal, se puede implementar en sistemas de producción extensivos, semi-intensivos e intensivos (Mejía y Reyes, 2020).

Saavedra (2018) menciona que la técnica de producción de FVH es sencilla, se coloca las semillas (maíz, avena, cebada, trigo, etc) en bandejas ya sea de plástico, aluminio o fibra de vidrio, posteriormente para la germinación de la semilla se colocan las bandejas en estantes, el forraje verde hidropónico tiene un periodo de crecimiento de entre 7 y 15 días, y tiene un rendimiento promedio de 9 kilogramos de biomasa por cada kilo de semilla.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Origen del cuy

Según Tipán y Cando (2017) el cuy (C. *porcellus*) es un roedor herbívoro de aproximadamente 30 a 40 cm, originario de la región andina de América del sur, se producen en países como Ecuador, Colombia, Bolivia y Perú, en donde se han consolidado como productores de la carne de cuy por su alto valor nutricional, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos económicos, en el Ecuador la producción de C. *porcellus* se ha ido convirtiendo en una gran actividad comercial para pequeños y grandes productores.

2.1.1 Generalidades del cuy

El cuy fue domesticado hace aproximadamente 3000 años y es el primer roedor domesticado para el consumo, Perú es el mayor productor y consumidor de esta especie, el cuy es una fuente de alimento con alto valor nutricional ya que proporciona proteína animal de bajo costo, son seleccionado como una especie productora de carne por su precocidad y su prolificidad, es un animal herbívoro el cual posee dos tipos de digestión, la primera que ocurre a nivel del estómago conocido como digestión enzimática y la segunda a nivel del ciego, la mayor parte de la digestión se da en el intestino delgado y la absorción de nutrientes en el duodeno, en el ciego y el intestino grueso se da la absorción de ácidos grasos de cadena corta, por ello la alimentación juega un papel importante ya que el correcto suministro de alimentación conlleva a obtener buenos resultados en las producción, el comportamiento en los machos en la etapa de recría es que tienden a iniciar peleas que lesionan la piel, e inhiben el consumo de alimento lo que afecta los índices de conversión alimenticia debido al aislamiento del animal al momento de consumir el alimento, en el caso de las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño (Fernández, 2019)

En el Ecuador las provincias de mayor producción de cuy son: Azuay, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y los resultados agropecuarios obtenidos en el 2011. En estas provincias se proyectan que para el 2016 la producirán de cuy llegar al menos 4.9 millones, la producción anual de cuyes a nivel de país llegaría a 6.6 millones ocupando el primer lugar Azuay.

2.1.2 Denominación y clasificación Taxonomía

El cuy es un animal con distintas denominaciones las cuales dependerán de la región en donde se encuentre, los nombres más comunes son: cobayo, cuy, conejillo de indias, cuye, curío, curí, acure o cuis.

En la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica del cuy

Tabla 1. *Clasificación taxonómica del cuy*

Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Cavididae
Genero	Cavia
Especie	*Cavia porcellus* Linnaeus
	Cavia cobaya

Fuente: Moreta (2018)

2.1.3 Características del cuy

Fernández (2019) menciona que el cuy tiene un cuerpo alargado, cabeza grande, hocico cónico, orejas caídas, ojos de color rojo, negro y redondo su tronco es cilíndrico, es un animal precoz y prolífico en condiciones adecuadas pueden estar gestando todo el tiempo ya que su clico estral tiene un promedio de 16 días, las cobayas alcanzan la madurez sexual a los 4 a 5 semanas de nacido y la vida útil de estos animales está estimada de 8 a 12 meses.

2.1.4 Morfología

Según (FAO, 2016) el cuy al momento del nacimiento es alargados y presentan abundante pelo, En el caso de los machos se desarrollan más que las hembras, en cuanto a la identificación del sexo es necesario manipular el animal ya que por su forma de caminar y ubicación de los testículos no permite su correcta apreciación.

Dependiendo de la raza de cuy el tamaño baria, puede llegar a medir de 20 a 25 centímetros, llegando alcanzar un peso promedio de 500 hasta 1,500 g en tres meses aproximadamente (Rubio, 2018). En comparación con los cuyes hembras los machos son mucho más grandes (Stephen et al., 2010).

Según Saquinga (2014) el cuy presenta las siguientes características morfológicas: Tiene un cuello que está conformado por siete vértebras, generalmente grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, el tronco generalmente cilíndrico conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón y sus extremidades son pequeñas con dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor que en las patas.

2.2 Requerimientos nutricionales del cuy

Una deficiencia en nutrientes en la alimentación del cuy provoca una serie de problemas como: retraso en la fecundación, muerte embrionaria, abortos y nacimiento de crías débiles y pequeñas, por ello es importante conocer los requerimientos nutricionales para poder satisfacer las necesidades en cada etapa de crecimiento, los requerimientos nutricionales al igual que en otras especies son: agua, proteína, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, sin embargo, la disposición de estos nutrientes para su consumo depende del estado fisiológico en el que se encuentren, un cuy de 70 días requiere de 2,700 kcal/kg, 17% de proteína, 10% fibra bruta (Panduro, 2019).

2.2.1 Proteína

Chauca (1997) menciona que las necesidades de proteína para el crecimiento adecuado del cuy van desde el 13 hasta el 17%, para la etapa de gestación los requerimientos de proteína alcanzarían un 18%, y para la etapa de lactancia llegarían a un 22%. Las proteínas son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras. Los forrajes más ricos en proteínas son las leguminosas.

2.2.2 Energía

Los niveles de energía para el mantenimiento del cuy varia que va de 2500 kcal/kg a 3000 kcal/kg, los requerimientos de energía en el caso de gestación y crecimientos son los mismos (2800 kcal/kg), para la etapa de lactancia la demanda de energía aumenta a (3000 kcal/kg), al propiciar la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer, y reproducirse mientras que en la etapa de engorde requiere de 2700 kcal/kg (Quesquén, 2019).

2.2.3 Minerales

Portillo y Lascano (2016) señalan que los principales minerales que deben estar incluidos en las dietas son: calcio, fósforo, magnesio y potasio; el desbalance de uno de éstos en la dieta produce crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y alta mortalidad. La relación de fósforo y de calcio en la dieta debe ser de 1 a 2.

2.2.4 Vitaminas

Las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. Las vitaminas más importantes en la alimentación de los cuyes es la C, su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos pueden causarles la muerte (Portillo y Lascano, 2016).

2.3 Razas de cuy

Escalante (2015) hace referencia en cuanto a las distintas razas de cuy.

2.3.1 Rasa Perú:

Estas razas en el caso de las hembras alcanzan pesos de 1 a 1.5 kg, los machos van desde los 2 hasta los 2.5 kg de peso vivo, la conversión alimenticia es de 3:1 y alcanzan una prolificidad de 2.6 crías por parto.

2.3.2 Raza andina:

Su temperamento es más tranquilos comparado con las otras líneas lo que facilita su manejo su coloración de pelaje es blanco, lacio y pegado al cuerpo, presenta una mayor presencia de celo posparto (84%) por lo que su prolificidad es más alta en comparación con las demás razas llegando a obtener hasta 3.9 crías por parto.

2.3.3 Raza inti:

Su pelaje es de color bayo con blanco, presenta buena adaptabilidad a los distintos tipos de climas, **e**l peso que alcanzan es de 800 gr, de ahí que es apreciado más por su rusticidad y resistencia y tiene una prolificidad que presenta de 3.2 crías por parto.

2.4 Situación actual de la crianza de cuy

Según Sandoval (2013) en el Ecuador la producción de los cuyes se incrementa por el interés de empresas privadas que buscan mercados en auge a nivel nacional, así también el estado por medio del MAG realiza inversiones que incentivan a los productores tanto familiares como comunitarios a generar fuentes de trabajo y aportar a la nutrición de las comunidades, Sin embargo, las comunidades debido a los escases de recursos económicos y la poca disponibilidad de terreno, optan por suministrar forrajes de la zona que no cumple los requerimientos nutricionales generando pérdidas en el incremento de la producción lo que genera que algunos productores declinen en seguir la producción.

2.5 Consumo alimenticio en las distintas etapas de producción de cuy

El consumo de la alimentación del cuy se presenta en la tabla 2 en donde varía dependiendo de las diferentes etapas.

Tabla 2.*Consumo alimenticio en las distintas etapas del cuy.*

Etapa	Consumo diario de forraje verde
Gestación y lactancia	225 gr
Recién destetado	200 gr
Crecimiento	A partir de 4ta semana consume de 80 a 100 gr A partir de 8va semana consume 120 a 160 gr
Adulto	450 gr

Fuente: MAGAP (2014); Sandoval (2013); Acurio (2010); Sarria (2019)

2.6 Sistemas de alimentación

Según Lopez (2016) la alimentación de los cuyes es un factor determinante en el éxito o el fracaso dentro de la producción, por ello se debe establecer dependiendo de la disponibilidad de alimento y el costo que estos pueden tener al pasar los años y también se debe tener encuentra el tipo de sistema de producción (familiar o comercial), dependiendo del tipo de producción se debe establecer la alimentación con forraje, alimentación mixta (forraje y concentrado) y netamente concentrado.

2.6.1 Alimentación básica con forraje

El cuy es un animal herbívoro su alimentación es netamente con forrajes (leguminosas y gramíneas), el forraje es la fuente que proporciona los principales nutrientes y vitaminas al animal. Sin embargo, es necesario indicar que una alimentación a base de forraje no se cubre los requerimientos nutricionales, el cuy puede consumir un 30% de forje verde en comparación a su peso vivo, prácticamente se le debe suministrar entre 80 a 200 g por animal al día, el cuy consume cualquier tipo de forraje (Meza et al., 2018).

2.6.2 Alimentación mixta

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

forraje, diferentes estudios han demostrado el comportamiento de los cuyes cuando reciben un alimento concentrado (balanceado) ya que un animal bien alimentado llega a ganar mayor peso en corto tiempo (Vargas y Yupa, 2011).

2.6.3 Alimentación a base de concentrado

Según Vargas y Yupa (2011), al alimentar a los cuyes con concentrados hay que tener en cuenta que se debe preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutricionales, por ello el consumo por animal por día se incrementa de 40 a 60 g considerando que el alimento debe tener de 9 a 18% de fibra, también en este sistema de alimentación es importante proporcionar vitamina C a diario.

2.7 Ganancia de peso

El cuy responde de manera eficiente a dietas que tienen altas cantidades de energía, llegando a alcanzar una mayor ganancia en el peso y conversión alimenticia, el exceso de energía puede causar una acumulación exagerada de grasa y así evita un mejor desempeño productivo del animal (Collado, 2016).

Según Meza et al. (2018), la mejor ganancia de peso alcanza cuando los animales son alimentados con una alimentación mixta (forraje y concentrado), llegando a determinar que con alimento tradicional (forraje) puede ganar 7.30 gramos diarios y con alimento no tradicional 4.65 g diarios (concentrado).

2.8 Conversión alimenticia

En cuyes, la mayor conversión alimentaria se da con insumos que tengan mejor digestibilidad y densidad nutricional (Jimenez, 2016).

Según Valverde y Rodrigueaz (2011) la conversión alimentaria en cuanto a la materia seca consumido, en cuanto que los machos consumieron 53 g y las hembras 51 g en lo referente al consumo los machos tuvieron una conversión alimentaria de 7 y las hembras 8 g/g.

2.9 Forraje verde hidropónico

Núñez et al. (2017) manifiesta que el forraje verde hidropónico (FVH) consiste en la germinación de semillas principalmente cereales y leguminosas, las cuales se producen en condiciones contraladas, permitiendo obtener una biomasa vegetal de alta digestibilidad, calidad nutricional y buena palatabilidad al consumo del animal. Para la producción no se necesita sustrato, los únicos materiales necesarios son; semilla de forraje, bandejas, una solución nutritiva y agua. Una vez germinado el grano alcanza una altura promedio de 25 cm, al disponerlo el alimento al animal es aprovechado en su totalidad consumiéndose tallo, hojas, raíz y restos de semillas que no germinaron.

Este sistema permite obtener producciones intensivas de forraje fresco para el engorde de muchas especies, maximizando el aprovechamiento de espacio y recursos con resultados de excelente calidad. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Zagal et al., 2016).

2.9.1 Ventajas del forraje verde hidropónico

Según Salas et al. (2010) la producción del forraje verde hidropónico presenta las siguientes ventajas:

Ahorro de agua, para la producción de un kilogramo de materia seca de forraje verde hidropónico se requiere de 15 a 20 litros de agua, por tal motivo las pérdidas de este recurso son mínimas si comparamos con la producción convencional de forraje, en la cual se emplean un estimado de 200 a 600 litros de agua por kg de materia seca.

Eficiencia en el uso de espacio con producciones modulares y verticales en dependencia a la necesidad del alimento.

Ciclos cortos de producción entre 10 y 12 días esta apta para el consumo animal, algunos productores cosechan a los 14 a 15 días de acuerdo al manejo interno establece sido, sin embargo, apartar del día 12 el valor nutricional va en descenso.

Según (Orellana, 2015) las ventajas que presenta el sistema, es que requiere baja mano de obra para su manejo, también produce un aumento en la fertilidad y producción de leche, se logra obtener un producto inocuo sin hongos e insectos con un contenido nutricional elevado y buena calidad sanitaria, resuelve el problema de muchos productores en cuanto al requerimiento de proteína y los elevados costos de los suplementos alimentico en el mercado.

2.9.2 Desventajas del forraje hidropónico

Según Orellana (2015) la desinformación y sobrevaloración de la tecnología son una limitante a la hora de la producción, así como también el costo de instalaciones son una principal limitante sin embargo se ha demostrado que al implementar estos sistemas se puede tener buenos rendimientos.

2.10 Forraje verde hidropónico empleado para la alimentación del cuy

Los forrajes verdes hidropónicos que se usan en la alimentación del cuy son: el trigo, maíz cebada y avena por su alto contenido nutricional, mayor ganancia de peso y alta palatabilidad para el cuy. Según Sinchiguano (2012), los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico pueden llegar a alcanzar un peso final de hasta 2500 g, además el FVH ayuda en la reproducción, sanidad del animal, permitiendo obtener un mayor número de crías por camada y se produce un menor número de mortalidad en los cuyes alimentados con FVH.

2.11 Manejo de forraje verde hidropónico

2.11.1 Factores ambientales que influyen en la producción de FVH

Para el manejo del forraje hidropónico es necesario tomar en cuenta los factores ambientales que influyen en el desarrollo del cultivo, con el fin de conocer los rangos óptimos de cada uno de ellos los cuales permitirán establecer el manejo adecuado en dependencia de la ubicación geográfica y los factores ambientales que presente el lugar.

2.11.2 Luz

Si la luz no estuviese presente dentro del sistema de FVH no podría cumplirse la fotosíntesis y no existiría biomasa vegetal. Por lo tanto, la luz es muy importante para el crecimiento a la vez que promueve la síntesis de compuestos los cuales serán importantes para el consumo animal. Cuando el sistema carece de este factor, los tallos se debilitan, las hojas se tornan quebradizas lo que genera un retraso en el crecimiento y una perdida en la producción (FAO, 2016).

2.11.3 Temperatura

La tempera optima se encuentra entre los 18 y 26 °C, si la temperatura fuese muy alta puede existir incidencia de hongos. La humedad relativa oscila entre el 65 y 85% (Jiménez 2016).

2.11.4 Humedad

Según Zagal et al. (2016) indican que la humedad relativa se obtiene a través del riego que se establece en el cultivo, el rango adecuado de humedad se encuentra entre el 60 y 80%, si la humedad llegara a pasar el rango máximo podría presentarse problemas fitosanitarios.

2.11.5 Calidad de agua

El agua a utilizar debe provenir de pozos, lluvia o agua corriente de cañería, al utilizar agua que no sea la adecuada se deberá realizar análisis químicos con respecto al contenido de sales, elementos fitotóxicos (cloro, boro y sodio) y microorganismo existente (Saavedra, 2018).

2.11.6 Aireación

El carbono es un elemento suma mente importante en el desarrollo de planta es por eso q una correcta aireación es fundamental, debido a eso se implementan ventiladores dentro de los sistemas o si no se puede colocar en las paredes malla anti afidios que permita la correcta aireación (Orellana, 2015).

2.12 Semillas más utilizadas en la producción de forraje hidropónico (maíz, cebada, avena, trigo)

El sistema de producción de forraje verde hidropónico es una técnica sencilla y muy rápido de producir forraje verde, para este tipo de forraje se emplea principalmente semillas de gramíneas, como maíz, cebada, avena y trigo, la semilla que se elige dependiendo principalmente de la disponibilidad, el lugar y el precio de la misma y se debe utilizar semillas de buena calidad especialmente que estén adaptadas a las condiciones climáticas de la zona (López et al., 2015).

Para la elaboración de forraje verde hidropónico se emplea especialmente semilla de gramíneas ya que las plántulas crecen de las reservas que tiene en la semilla sin necesidad de nutrientes, por su aprovechamiento completo de la plántula al momento de la cosecha, tiempo corto de cosecha, facilidad de adquisición de la semilla, así como por el alto valor nutricional y alto rendimiento en biomasa (Zagal et al., 2016).

2.13 Selección del área, infraestructura y materiales para la implementación de un sistema de producción de forraje hidropónico

Moya (2018) afirma que en la selección del área es necesario tomar en cuenta la topografía del lugar, la accesibilidad al sistema de producción y la distancia entre la producción animal esto con el fin de facilitar la distribución del FVH. Para la elaboración de los módulos o invernaderos en donde se producirá el forraje verde hidropónico se recomienda construir con material que se encuentra disponibles en la zona reduciendo los costos de inversión al productor.

Los materiales a utilizar son:

- Tanque
- Semilla
- Cloro
- Poli sombra negra
- Plástico
- Detergente y esponjas para limpieza de herramientas
- Sistema de riego (mangueras, uniones, nebulizadores)
- Anaqueles o estantes
- Bandejas
- Bomba de agua
- Cubeta

2.14 Manejo del sistema de FVH

4.3.1 Selección de la semilla

López et al. (2013) Afirman: "El éxito de la producción de FVH inicia con la selección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiología. Si bien todo depende del precio y de la disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación de 90% para evitar pérdidas en rendimiento"

4.3.2 Lavado y desinfección

En referencia al lavado Mejía y Orellana (2019) manifiesta que la semilla se debe sumergir en agua con el fin de retirar las impurezas que existan, además de las semillas que floten. Para la desinfección se puede utilizar hipoclorito de sodio al 1%, esto ayuda a eliminar bacterias, hongos y otras patógenos que pueden perjudicar el desarrollo del FVH, las semillas deben ser introducidas teniendo en cuenta que la inmersión de semilla no puede ser mayor a 3 minutos y posteriormente deben ser sumergidas en agua limpia (Mejía y Reyes, 2020).

Pre-germinación

Según FAO (2011) la semilla se sumerge en agua por 24 horas, la cantidad mínima de agua por kg de semilla es de 0.8 a 1 litro, esto ayuda a estimular al embrión de tal manera que se obtendrán plantas con un mejor desarrollo inicial. Para este procedimiento el uso o implementación de recipientes metálicos podrían afectar la semilla contaminándola de agentes químicos extraños que puede desprender dicho recipiente. Datos similares son reportados por (Cerrillo et al., 2012) quienes señalan que un lavado de tres veces de la semilla ayuda a eliminar las impurezas que pueda presentar, para la desinfección se emplea hipoclorito de sodio al 1% durante 3 minutos, posterior se enjuaga la semilla y se deja remojar durante 24 h, además infiere que para la pre-germinación que dura 48 horas se recomienda colocar el recipiente en un lugar oscuro con el fin de promover a la semilla a su desarrollo.

2.14.3 Siembra.

Debido a que la se pueden desarrollar agentes patógenos durante en el cultivo Antes de la siembra es necesario desinfectar las bandejas por inmersión con hipoclorito de sodio al 1% durante 15 minutos, una vez transcurrido este tiempo se procede a enjuagar con abundante agua natural retirando así los residuos de desinfectante que pueda causar daños posterior mente. (Romero, Córdoba y Hernández, 2009).

Carhuapoma, Curí, Chávez y Contreras (2014) mencionan que la dosis de siembra por metro cuadrado varía entre los 2.2 a 3.5 kg de semilla, con una capa no superior a los 2 cm de alto. En el caso de las bandejas de 40 x 60 la dosis de semilla para el trigo, avena, cebada, se recomienda

que sea de 300 a 350 gramos, en el caso del maíz la dosis por bandeja seria entre 500 a 600 gramos. Similares resultados indica Romero, Córdoba y Hernández (2009) al evaluar la producción de forraje verde hidropónico de maíz utilizando 600gr de semilla por charola (2.5 kg/m^2) respectivamente.

Una vez colocada la semilla se procede a cubrir con plástico negro, con el fin de estimular a su elongación en busca de la luz, a través de este método estamos brindando las condiciones adecuadas de humedad y temperatura, un ves emergen los brotes se procede a retirar el plástico negro (FAO, 2011)

4.3.4 Germinación

Orellana (2015) infiere que las semillas colocadas en las charolas presentan raíces por lo que se debe establecer una correcta distribución, además las semillas pasaran cuatro días más en fase de oscuridad a una temperatura de 22 a 25 ºC y una humedad relativa de 80 a 90 %. De la misma manera Castellanos (2020) manifiesta que es importante que las bandejas se encuentren en un lugar oscuro durante los primeros 5 días esto estimula al desarrollo de las plantas en búsqueda de los rayos solares, transcurrido los 5 días se disponen las bandejas a la luz. Durante el crecimiento del forraje hidropónico, se producen muchos cambios en la semilla forrajera mientras se transforma en planta (Naik, Dhuri, Swain, y Singh. 2012).

4.3.5 Riego

Según Castellanos (2020) el riego inicia una vez colocado la semilla en la bandeja, las variaciones van de 4 a 8 riegos por día con una duración de un minuto, el número de riego en los primeros días es más constantes esto debido a la poca retención de agua que posee la semilla, sin embargo, las condiciones climáticas influyen en la intensidad del riego ya que a mayor temperatura mayor requerimiento hídrico. En si la aplicación del riego consiste en humedecer la semilla evitando encharcamientos, es por eso que se emplea el riego por nebulización que es del que mejores resultados se ha tenido en FVH, debido a la uniformidad del riego y a que ayuda a mantener la humedad relativa. De igual manera Zagal et al. (2016) infiere que los riegos en cultivos hidropónicos tienen un intervalo de 1 o 2 horas durante un minuto. Orellana (2015) manifiesta que en el caso de aparición de hongos se establecerá un control de riego con cal al 10%.

4.3.6. Cosecha

Moya (2018) menciona que la cosecha del FVH cuando hayan alcanzado una altura de 25 cm, es importante revisar que tanto el paquete radicular como los tallos y hojas no presenten hongos con el fin de ofrecer a los animales un producto sano, palatales y de alta proteína. Estudios realizados por Pérez et al. (2010) indica que el estado óptimo de cosecha es a los 12 días, en la cual alcanza un porcentaje de proteína superior con respecto al forraje cosechado al día 14 y 16 ya que la proteína desciende significativamente después de los días mencionados.

Según FAO (2011) es importante suspender el riego un día antes de la cosecha, para evitar el exceso de agua. Por cada quilogramo de semilla se llega a obtener hasta 12 kg de forraje verde. La cosecha del forraje verde hidropónico comprende el total de biomasa obtenido en cada bandeja esto incluye tallo hojas raíz y semillas, el FVH es de alta digestibilidad y palatabilidad para el cuy (Singh, Kaur, Sharma1 yGupta, 2020).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo del estudio se implementó el modelo de investigación no experimental, exploratoria y documental, en la que se exploró documentos en base a la producción de forraje verde hidropónico de (trigo, avena y maíz) como una alternativa para la alimentación de C. *porcellus*.

3.2 Métodos de investigación

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se realizó una revisión sistemática de los artículos científicos, tesis y libros con datos primarios y secundarios sobre el FVH, para ello, se buscó la información en las diferentes plataformas de búsqueda como: Google académico, Journal, Scielo, Scopus, Latindex y repositorio de tesis con informaciones relacionadas con la alimentación del cuy a base de forraje verde hidropónico.

Se revisó los documentos de mayor relevancia que puedan aportar al desarrollar de la investigación en cuanto a la eficiencia del forraje verde hidropónico como una alternativa de alimentación en cuyes.

3.3. Términos usados para la búsqueda

Los términos que se usaron para la búsqueda de información fueron: Cuy (*Cavia porcellus*); requerimientos nutricionales, consumo, alimentación, etapas de producción, forraje verde hidropónico (green fodder hydroponics); alimentación, composición química, nutrición, manejo, semilla, acondicionamiento para FVH.

3.4 Criterios de inclusión

Los límites de fechas en cuanto a las fuentes bibliográficas no fueron establecidos con el fin de recoger toda la información necesaria encontrada en los diferentes buscadores, para luego poder seleccionar investigaciones que presenten rigurosidad científica y que sean realizados en los últimos 10 años, así como también se incluyó libros con más de 10 años de antigüedad de mayor relevancia con información sobre forraje verde hidropónico.

3.5 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión manejadas en esta investigación fueron: 1) Investigaciones que no contengan información relación con FVH; 2) Documentos con más de 10 años desde la publicación; 3) Investigaciones que no tengan rigurosidad científica; 4) Artículos que no se encuentren indexadas; 5) información que no tenga una fuente oficial verificable.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Composición química del forraje verde hidropónico

Se recopilo información del FVH sobre la composición de proteína, extracto etéreo, energía metabolizarle, fibra detergente acida, lignina, celulosa, ceniza y materia seca que puede presentar el forraje hidropónico de maíz, avena y trigo, tabla 3 respectivamente.

Tabla 3. *Composición química de tres tipos de forrajes hidropónicos***.**

FVH	PC, %	EE, %	EM, Mcal/ kg	FDA, %	Lignina, %	Celulosa, %	Cenizas, %	MS, %
Maíz	15,2	4,1	2,5	28,7	6.4	21,8	6,7	20,9
Avena	15.53	6,6	2,4	21,28	3,9	21,8	5,1	36
Trigo	19±2,1	2,1	2,7	23,7	4,5	20,7	3,9	11

Fuente: Ramírez (2019); Rivera et al., (2010); Torres et al., (2017); (Morales, Jiménez, Burneo y Capa 2020); Soto et al. (2012); Naik, Swain y Singh (2015). Torres, Alvares, Acebedo y Ríos (2013); Ordoñez, Domínguez, Salmerón, Villalobos y Ortega. (2013); Zamora, Colin, Torres, Rodríguez y Jaramillo. (2016); Pérez et al (2010); Espitia, Villaseñor, Tovar, Olan y limón. (2012).

4.1. Requerimientos nutricionales

Los resultados de los diferentes estudios sobre los requerimientos nutricionales del cuy muestran una variación en cada una de sus etapas, la lactancia representa el mayor requerimiento nutricional, tabla 4.

Tabla 4. *Requerimientos nutricionales del cuy.*

Nutrientes	Unidad	Gestación	Lactancia	crecimiento
Proteínas	(%)	18	18-22	13-17
Energía Digestible	(kcal/kg)	2 800	3 000	2 800
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: Chauca, (1997); Vergara (2008); FAO, (2011); Huamani, Zea, Gutiérrez, Vílchez, 2016); Sotelo et al., (2018); Sarria et al., (2019).

Datos similares son reportados por Salazar (2020) refiriéndose a los requerimientos de proteína, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua en niveles que dependerán del estado fisiológico, la edad y el medio ambiente donde se desarrolle, también menciona que los requerimientos de proteínas para los cuyes en estado de gestación alcanzan un 18% y en la etapa de lactancia aumentan hasta un 22%.

Salazar (2020) Manifiestan que el cuy responde muy bien a raciones alimenticias con el 20% de proteína cuando estas provienen de dos o más fuentes, sin embargo, con un 14 y 17% se han obtenido buenos resultados en la etapa de crecimiento. De la misma manera Vergara (2008) inferir que un 15% de proteína en la etapa de crecimiento permite cubrir exitosamente los requerimientos nutricionales del cuy.

4.2. Forraje verde hidropónico óptimo para la alimentación del cuy

Se recopilo información del FVH de maíz, avena y trigo de 10 y 12 días de edad, en cuanto al rendimiento promedio de materia verde, materia seca y proteína bruta, estos valores se presentan en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. *Producción de biomasa por m² de Forraje verde hidropónico.*

Forraje verde hidropónico	**Día 10 Materia verde kg/m²**	**Día 12 Materia verde kg/m²**
Maíz	3.91	4.46
Trigo	8.18	10.73
Avena	10	13

Fuente: Morales et al., (2012); Cerrillo et al., (2012); Morales et al.,(2020); Maldonado et al., (2013); Fazaeli, Golmohammadi, Tabatabayee & Asghari-Tabrizi. (2012); Naik, Dhuri, Swain, & Singh. (2012).

Tabla 6. *Porcentaje de proteína y materia seca*

	Día 10		**Día 12**	
FVH	**Materia seca kg/m²**	**Proteína bruta (%)**	**Materia seca kg/m²**	**Proteína bruta (%)**
Maíz	25.55	13	19.2	13
Trigo	7.97	21	8,68	22
Avena	36.86	14.79	35.56	14.48

Fuentes: Cerillo-Soto et al., (2012): Vargas, (2008); Fuentes et al. (2011); Kumar (2014); Kumar, Mathur, Karnani, Choudhary, & Jain, (2018)

Varela (2016) menciona que el FV de maíz al día 12 alcanza una producción de biomasa de 3.8 kg/m^2. De la misma manera Zamora- Villa et al (2012) infieren que la producción de biomasa en el caso del trigo alcanzaría 5. 6 kg/m^2 al día 10, resultados superiores a los reportados por Ramírez- Pérez (2018) quien obtuvo 0,50 kg/m^2 de materia verde de trigo a los 10 días, sin embargo, para el caso de la avena Ramírez- Pérez (2018) reporta una biomasa de 8 kg/ m^2,

superior a lo reportado por Mamani (2016) quien infiere que la producción de biomas llegaría a los 2,3 kg/m^2 al día 12.

Según Lopez (2016) el FVH de trigo contiene la materia seca de 25 % y la proteina bruta de 22% aproximadamente al momento de la cosecha. De igual manera. Cerrillo-Soto et al., (2012) mensiona que el contenido en PC va del 15 % hasta 17%. Sin embargo Perez et al. (2010) presenta que el contenido de PC es de 24.1% a los 10 dias depues de la siembra. Sin embargo Cerillo-Soto et al. (2012) mencionan que el porsentaje de PC varia entre 12 y 19%.

4.3. Manejo del forraje verde hidroponico

Los resultados de los diferentes estudios sobre el majo de forrajes hidroponicos, con lleva a realizar una secuensia de actividades tales como adecuacion del lugar, tratamiento de la semilla y manejo durante la produción se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. *Principales características a tener en cuenta para un buen manejo.*

Componentes	Actividades
Adecuación del lugar de producción del cultivo	• Para un buen manejo de la producción es importante establecer un área que permita proporcionar las condiciones controladas en cuanto a humedad, temperatura, Luz, aeración. • En el caso de construir un invernadero es importante establecer los pisos de cemento con un desnivel del 2 al 5 % que permitan direccionar el agua hacia los canales de recolección para el retorno al tanque de distribución. El agua recolectada solo se puede reutilizar una vez, siempre y cuando los pisos se encuentren limpios. • En el caso de que la producción no cuente con un piso de cemento es necesario implementar canales de recolección en las estanterías que permitan reciclar el recurso hídrico
Tratamiento de la semilla	• No se debe utilizar semilla tratada con fungicidas o persevantes

Componentes	Actividades
Tratamiento de la semilla	• Para la desinfección de las semillas se sumergen en una solución de hipoclorito de sodio al 1% (lejía 10 cc en un litro de agua), durante un mínimo de 30 segundos y un máximo de 3 minutos, posterior mente enjuagamos con abundante agua. • Dentro de las 24 horas que corresponde a la hidratación de la semilla es importante su oxigenación, de tal manera que se debe retirar la semilla del agua una vez trascurrido las 12 horas para su oxigenación durante una o dos horas, pasado el tiempo volveremos a sumergir la semilla. • Posterior mente se realiza La Pre-germinación durara 48 horas, las semillas se depositan en un recipiente con orificios que permitan escurrir el excedente de agua, en esta etapa no se le suministra agua, además se colocara en un lugar oscuro con el fin de promover a la germinación de la semilla.
Manejo durante la siembra	• Las bandejas utilizadas para la siembra de las semillas se desinfectan con hipoclorito de sodio al 1% durante 15 mnt, enjuagar con agua limpia para retirar cualquier residuo de lejía. • El manejo de las dosis de siembra por metro cuadrado va desde los 2.2 a 3.4 kg/m^2, tomando que la altura de la semilla no debe sobrepasar los 1.5 cm, en el caso de las semillas de trigo, avena y cebada, al sembrarle en bandejas la dosis oscila entre los 300 gr hasta 400 gr, en el caso de la semilla de maíz las dosis van desde los 500 a 600 gr.

Componentes	Actividades
Manejo durante la producción	• Una vez sembrada la semilla se procede a cubrir con plástico negro, con el fin de estimular a su elongación en busca de la luz, este proceso durara 4 días, con una temperatura de 22 a 25 ºC y una humedad del 80 a 90% respectivamente. (FAO, 2011). • El sistema de riego por, nebulización brinda los mejores resultados en FVH, la aplicación de riego los primeros 4 días no debe ser mayor a los 0.5 l/m^2, con una frecuencia de 5 a 8 veces al día, posterior mente el riego incrementará de 0.8 hasta 1.5 l/m^2, con una frecuencia de 5 repeticiones por dia • Para producir un kg de forraje fresca de 7 días se requieren alrededor de 1,5 a 3 litros de agua. un factor importante a tener en cuenta son las condiciones climáticas del lugar, a mayor temperatura mayor requerimiento hídrico, en el caso de presentar hongos se aplicará cal al 10% en el riego. • La cosecha se la realiza a los 12 a 14 días cuando el forraje haya alcanzado una altura de 25 cm, es importante suspender el riego un día antes de la cosecha. Por cada quilogramo de semilla se llega a obtener de 7 a 12 kg de forraje verde.

Fuente: (FAO, 2011); Castellanos, (2020); (Mejía y Orellana, 2019); López et al., (2013); Moya (2018); Naik, Swain & Singh (2015); (Singh, Kaur, Sharma, & Gupta 2020); Suma, Kamat, Sangeetha & Reddy (2020)

Kammar, Sulagitti, Kadagi & Biradar (2019) señalan que el forraje verde hidropónico es un cultivo que necesita de requerimientos y condiciones ambientales específicas como luz, humedad y temperatura. Dichas condiciones permiten al cultivo de forraje verde hidropónico alcanzar las características nutricionales en tiempos sumamente cortos, el manejo del forraje verde hidropónico en cuanto a su producción y mantenimiento en términos generales se podría decir que es fácil.

4.3.7. Análisis de rentabilidad

Según Ortiz (2012) de un kilogramo de semilla se puede obtener de 6 a 8 kg de forraje verde hidropónico, este alimento puede ser producir en todas las épocas del año, en superficies reducidas, debido al sistema de producción en estantes. Tubon (2013) menciona que el forraje obtenido además de ser muy palatable para el animal, no presenta plagas ni enfermedades permitiendo obtener al productor un forraje de alta calidad nutricional, totalmente limpios y en un tiempo muy reducido. El recurso hídrico en el sistema de prodición de FVH no se desperdicia ya que un 95% del agua empleado en este sistema se reutiliza, teniendo perdidas apenas del 5% por evaporación, para el manejo de este sistema solo se necesitaría emplear una persona que se encargara del majo (Molina, Olmedo, Trumpp 2018).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Luego de realizar la búsqueda bibliográfica se evidenció que el mayor requerimiento nutricional del cuy se encuentra en la etapa de gestación y lactancia con un 18 a 22 % de PB necesaria para el desarrollo del feto como para la producción de leche, por lo que se requiere suministrar alimentos que cumplan con dichos requerimientos.

- El FVH que cumple con los requerimientos nutricionales del cuy en todas sus etapas es el FVH de trigo que presenta una cantidad de proteína del 19 al 24 %. Sin embargo, para la etapa de crecimiento se puede suministrar el FVH de maíz o avena ya que esta etapa no requiere grandes cantidades de proteína.

- Para la producción de FVH es necesario controlar las condiciones ambientales como la humedad, temperatura, aireación y luz, por lo que se requiere una infraestructura adecuada que facilite el manejo antes durante y después de la producción, así como también permita un correcto aprovechamiento del recurso hídrico.

5.2 Recomendaciones

- Incorporar el sistema producción de forraje verde hidropónico en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica de la UEA, con el fin de estudiar el desarrollo y la factibilidad de la producción en condiciones amazónicas, que permitiría reducir los costos en los sistemas de producción animal.

- Realizar un estudio en campo de forraje verde hidropónico con semillas forrajes que son una alternativa alimenticia en la amazonia ecuatoriana, con el trigo tropical.

- Evaluar la rentabilidad del forraje verde hidropónico para la alimentación del cuy en la provincia de Pastaza.

REFERENCIAS

Acurio, L. (2010). Mejoramiento de la formulación de alimentos balanceados mediante el uso de residuos de galletas y sus beneficios en la fase de engorde en "cuy" (*Cavia porcellus*). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Al-Karaki, G., & Al-Hashimi. M. (2012). Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops under Hydroponic Conditions. International Scholarly Research Network. doi:10.5402/2012/924672

Beltrano, J., y Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46752

Casa, C. (2018). Efectos de la Utilización de Forraje Verde Hidropónico de avena cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuy. (Tesis de grado), Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Casio, A. (2014). Alimentación y crianza del cuy. Recuperado de https://es.slideshare.net/GonzaloMurria/alimentacion-y-crianza-del-cuy-33113949

Castellanos, A. (2020) producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina. Universidad nacional abierta y a distancia. Tolima, Perú.

Carhuapoma, W., Curí, G., Chávez, E., Contreras, J. (2014). Producción de forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare) usando efluente de piscigranja de truchas. Revista Complutense de Ciencia Veterinarias, 8(2), 18-28.

Cerrillo-Soto, M. A., Juárez-Reyes, A. S., Rivera-Ahumada, J. A., Guerrero-Cervantes, M., Ramírez-Lozano, R. G., Bernal-Barragán, H. (2012). Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. Interciencia, 37(12), 906-913.

Chauca, L. (1997). Producción de cuyes (Cavia porcellus). Recuperado de: http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm

Cisneros-Saguilán, P., Aguirre, H. A., Martínez, A., Gómez, A., Maldonado, P, A., Ayala, M. A., (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(24), 247-253.

Collado, k. (2016). Ganancia de peso en cuyes machos (*cavia porcellus*), post destete de la raza perú, con tres tipos de alimento – balanceado – mixta –testigo (alfalfa) en abancay. Universidad Tecnológica de los Andes, abancay, apurimac.

Escalante A. M. F. (2015). Crianza tecnificada de cuyes. recuperado de: http://www.cip-trujillo.org/subir/uploads/CRIANZA_CUYES_TRUJILLO.pdf

Espitia, E., Villaseñor, H., Tovar, R., Olán, M., y Ortega, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3(4), 771-783

FAO (2016). informe nacional sobre el estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el ecuador. Recuperado de http://www.fao.org/3/CA3493ES/ca3493es.pdf

FAO, (2011). Manual de Forraje Verde Hidropónico. Recuperado de: http://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.htm

Fazaeli, H., Golmohammadi, H., Tabatabayee, S., & Asghari-Tabrizi, M. (2012). Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. World Applied Sciences Journal, 16 (4): 531-539.

Fernández, A. (2019). Factores que influyen en el desempeño reproductivo de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados en una granja comercial del cantón Sigsig de la provincia del Azuay. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Fuentes, F., Poblete, C., Huerta, M., y Palape, L. (2011). Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto. Idesia, 29(3), 75-81.

Huamaní Ñ., Zea, M., Gutiérrez, R., y Vílchez, P. (2016). Carlos Efecto de Tres Sistemas de Alimentación sobre el Comportamiento Productivo y Perfil de Ácidos Grasos de Carcasa de Cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(3), 486-494

Jiménez, J. (2016). Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (*Cavia porcellus*). Universidad Nacional José María Arguedas. Andahuaylas, Perú.

Juárez, P., Morales, H., Sandoval, M., Gomes, A., Cruz, E., Juárez, C… Ortiz, M. (2005). Produccion de forraje verde hidroponico. Revista nueva época, 4(13), 16-26.

Kammar, R., Sulagitti, A., Kadagi, M., & Biradar (2019). An experience of hydroponics fodder production by farmers of Bagalkot district. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(1), 1033-1035.

Kumar, P. (2014). Prodction and feeding of hidroponics green fodder. Indian Farming, 64(6), 42-44.

Kumar, R., Mathur, M., Karnani, M., Choudhary, S., & Jain, D. (2018). Hydroponics: An alternative to cultivated green fodder: A review. Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(6), 791-795.

López, R. (2016). Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y perú. Universidad Técnica de Ambato Ceballos, Ecuador.

López, (2015). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Revista fuente nueva época, 4(13), 16-26.

MAGAP. (2014). Manual de crianza y producción de cuyes con estándares de calidad. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Manual-para-la-crianza-del-cuy.pdf

Mamani, P. J. (2016). *Avena Forrajera: Rendimiento, Valor Nutricional, Ventaja comparativa y competitiva en la Región Puno* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú]. Repositorio UNAP. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3733

Maldonado, R., Alvares, M., Cristóbal, D., Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Revista Chapingo Serie Horticultura, 19(2), 211-223.

Mejía, D., Reyes, A. (2020). Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

Mejía, H. J., y Orellana F. S. (2019). Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. Revista Iberoamericana de Bioeconomia, 5(9), 1103-1120.

Meza, G. A., Cabrera, P. R., Morán, J. J., Meza, F. F., Cabrera, C. A., Meza, C. J., (…) Ortiz, J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus L.*) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. Idesia, 32(3), 75-80.

Meza, J., Cabrera, P., Morán, J., Cabrera, A., Mieles, M., Meza, A. (2018). Producción y rentabilidad de cuyes alimentados con arbustivas forrajeras tropicales en zona rural de Quevedo, Ecuador. Ciencia y Tecnología, 11(2), 1-7.

Meza, G., Loor, N., Sánchez, A., Avellaneda, J., Meza, C., Vera, D., Cabanilla, M., Liuba, G., Meza, J., Meza, F., Ramírez, M., Moncayo, O., Cadena, D., Villamar, R., Díaz, E., Rizzo, L., Rodríguez, J., López, F., (2014). INCLUSIÓN DE HARINAS DE FOLLAJES ARBÓREOS Y ARBUSTIVOS TROPICALES (*Morus alba, Erythrina poeppigiana, Tithonia diversifolia E Hibiscus rosa-sinensis*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus Linnaeus*). Revista Médica de Veterinaria. 61(3), 268-269

Molina, A., Olmedo, M., y Trumpp, A. (2018). Análisis de factibilidad de forraje verde hidropónico en las dietas de novillos para producción de carne de calidad diferenciada. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

Morales, D., Jimenez, L., Burneo, J., Capa, E. (2020). Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. Ciencia y tecnología agropecuaria, 21(3), 13-86.

Morales, H., Gomes, A., Juárez, P., Loya, L., Ley, A. (2012). Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*zea maíz l.*) con diferente concentración de solución nutritiva. Abanico veterinario, 2 (3), 20-28.

Moreta, C. (2018). Efecto de dos tipos de sales minerales y determinación del incremento de peso en la crianza de cuyes (*Cavia porcellus)*. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Moya, H. S. (2018). Producción de forraje verde hidropónico para la alimentación complementaria de ganado lechero en el municipio de mizque, Universidad mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

Naik, P., Swain, B & Singh, N. (2015). Production and Utilisation of Hydroponics Fodder. Indian Journal. Animal. Nutrition. 32 (1): 1-9.

Naik, P., Swain, B., & Singh, N. (2012). Nutrient Changes with the Growth of Hydroponics Fodder Maize. Indian Journal of Animal. Nutrition, 29 (2), 161-163.

Naik, P., Dhawaskar, B., Fatarpekar, D., Karunakaran, M., Dhuri, R., Swain, B., Chakurkar, E., & Singh N. (2017). Effect of feeding hydroponics maize fodder replacing maize of concentrate mixture partially on digestibility of nutrients and milk production in lactating cows. Indian Journal of Animal Sciences 87 (4): 452–455.

Núñez, O. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 93-94.

Núñez-Torres, O. P., Lozada-Salcedo E. E., Rosero-Peñaherrera M. A., Cruz-Tobar, E. S., Aragadvay-Yungan, R. G., (2017). Evaluación de avena hidropónica (Arrenatherium elatius) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde. Journal of the Selva Andina Animal Science, 4(1), 59-71.

Orellana, E. V. (2015). Evaluación de tres niveles de fertilización en forraje verde hidropónico de cebada (*hordeum vule*). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

Ortiz, w. (2012,). Crianza de Cuyes - Forraje Verde Hidropónico. Recuperado de: https://es.slideshare.net/alfvigo/crianza-de-cuyes-con-forraje-verde-hidropnico.

Panduro, W. (2019). Inclusión de diferentes niveles de harina de bagazo de naranja (*citrus sinensis*) en raciones balanceadas de cuyes (*cavia porcellus l.*) de la línea mejorada peru en fases de crecimiento y acabado. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo maría, Perú.

Paspuezán, M. (2019). Estudio de la producción y comercialización del cuy (*cavia porcellus*) en la provincia del Carchi. Universidad Técnica del Norte, Carchi, Ecuador.

Pérez, R.E., García, P. A., Ángel, M. E., Ortiz, R., Ramírez, M. (2010). Determinación de biomasa y calidad de forraje verde hidropónico en contenedores no convencionales. Recuperado de https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/determinacion-biomasa-calidad-forraje-t28512.htm

Portilla, A., Lascano. (2016). Consumo de alimento en cuyes desde gazapos hasta crecimiento machos y hembras en el ceypsa. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.

Quesquén, D. (2019). Evaluación del consumo de agua en cuyes de engorde (*Cavia porcellus*), alimentados a base de concentrado y mantenidos en diferentes densidades de crianza. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

Ramírez, C., & Soto (2017). Effect of mineral nutrition on green hydroponic maize forage production. Revista Agronomía Costarricense, 41(2), 37-42.

Ramírez-Ordóñez, S., Domínguez-Díaz, D., Salmerón-Zamora, J., Villalobos-Villalobos, G., y Ortega-Gutiérrez, J. (2013). Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. Revista de fitotecnia, 36(4), 395-403.

Ramírez-Pérez, L. (2018). *Producción de materia seca y correlaciones entre componentes forrajeros, temperatura de planta y NDVI en cebada*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Repositorio UAAAN. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42902/K65154RamírezPérezLuzOralia.pdf?sequence=1

Rivera, A., Moronta, M., González-Estopiñán, M., González, M., Perdomo, D., Danny, E., García y Hernández, G. (2010). Producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en condiciones de iluminación deficiente. Zootecnia Tropical, 28(1), 33-41.

Romero, M. E., Córdova, G., y Hernández, E. O. (2009). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Acta Universitaria. 19 (2), 11-19.

Romero, R. (2017). Rendimiento de producción de *cavia porcellus* "cuy" en las etapas de crecimiento y engorde alimentados con distintos niveles de forraje hidropónico. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Rubio, P. (2018). Estimación de parámetros fenotípicos y genéticos para medidas de carcasa en cuyes (*cavia porcellus*) del genotipo Cieneguilla. (Tesis doctoral). Universidad Nacional agraria la Molina. Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3599

Saavedra, D. M. (2018). Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (hordeum vulgare) en la dieta de cuyes (cavia porcellus) en recría. Universidad Nacional Michaela Bastidas de Apurímac. Ambaica, Perú.

Salas, P. L., Preciado, R. P., Esparza, J. R., Álvarez, V. P., Palomo, G. A., Rodríguez, D. M., y Márquez, C. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. Terra Latinoamericana, 28(4), 355-360.

Salazar, J. (2020). Utilización de bloques nutricionales con adición de subproductos de cosecha (brócoli, panca de maíz y rastrojos de mora), empleados en la alimentación de cuyes machos (Cavia Porcellus) en la fase de crecimiento engorde, en la provincia de Tungurahua, en el cantón Patate, en el sector Tunga. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.

Sanchez, K. (2018). La producción de cuy y las ventas en el cantón de Cevallos provincia de tungurahua. Universidad Nacional De Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Sandoval, H. (2013). Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Saquinga, D. (2014). Zoometría y morfología en cuyes. Recuperado de https://es.slideshare.net/dianasaquinga3/morfologia-en-cuyes.

Sarria, B., Vergara, R., Cantaro, L., y Rojas, A., (2019). Evaluación de niveles de energía digestible en dos sistemas de alimentación en la respuesta productiva y reproductiva de cuyes (Cavia porcellus). Revista de Investigación Veterinaria de Perú, 30 (2), 1515-1526.

Sinchiguano, M. (2012). Producción de Forraje Verde Hidropónico de Diferentes Cereales (Avena, Cebada, Maíz, Trigo y Vicia) y su Efecto en la Alimentación de Cuyes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Singh, M., Kaur, M., Sharma, K. & Gupta, G. (2020). Hydroponics technology for green fodder production under resource deficit condition. Vigyan Varta 1(5): 65-68.

Sotelo, M., Contreras, M., Norabuena, M., Carrión, C., Reátegui, Q., y Castañeda, R., (2018). Uso de la harina de maní forrajero (Arachis pintoi Krapov & WC Greg) en la

alimentación de cuyes (Cavia porcellus L). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29 (4), 1249-1258.

Stephen, A., Garba, H., Silas, T., Ciroma, M. (2010). Effect of Sex on Linear Body Measurements of Guinea Pig (*Cavia porcellus*). Revista de Producción Animal, 14 (1), 61-65.

Tipán, M., Cando, P. (2017). Estudio de factibilidad del proyecto: crianza, producción y comercialización de cuyes como alternativa de mejoramiento de la situación socioeconómica de los moradores de la parroquia Licán, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Universidad Central del Ecuador, Riobamba-Ecuador.

Torres, M., Alvares, E., Acebedo, C., y Ríos, E. (2013). NUTRICIÓN MINERAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO. Revista Chapingo Serie Horticultura, 19(2): 211-223

Tubon, A. M. (2013). Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Valverde, M., Rodríguez, L. (2011). Comparación de dietas balanceadas en cuyes en crecimiento y engorde. Universidad de Azuay. Cuenca, Ecuador.

Vargas, S., Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Varela, P. (2016). Producción de biomasa y calidad nutritiva de Forraje Verde Hidropónico, Managua, Nicaragua 2016. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Vargas, R., & Claudio, F., (2008). COMPARACIÓN PRODUCTIVA DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ, ARROZ Y SORGO NEGROFORRAJERO. Universidad de Costa Rica, Revista de Agronomía Mesoamericana, 19(2) 233-240.

Vergara, R. (2008). Avances en nutrición y alimentación de cuyes. Recuperado de https://es.slideshare.net/RusbelVasquezChicoma/nutricion-y-alimentacion-cuyes-ing-vergara

Zagal, T. M., Martínez, G. S., Salgado, M. S., Escalera, V. F., Peña, P. B., Y Carrillo, D. F. (2016). Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. Revista Abanico veterinario, 6(1), 181-210.

Zamora, M., Colin, M., Torres, M., Rodriguuez, E., y Jaramillo, M., (2016). Producción y valor nutritivo en fracciones de forraje de trigos imberbes. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(2), 291-300.

7. ANEXOS



Fotografía 1: Forraje verde hidropónico de trigo

Tomado por: Nemecio Dahua



Fotografía 2: Alimentación de cuy con Forraje verde hidropónico de trigo

Tomado por: Nemecio Dahua



Fotografía 3: Etapa de germinación de maíz en bandeja

Tomado por: Máximo Veloz



Fotografía 4: Forraje verde hidropónico de maíz

Tomado por: Máximo Veloz



Fotografía 5: Formación de tapete

Tomado por: Máximo Veloz



Fotografía 6: Alimentación de cuy con FVH de maíz

Tomado por: Máximo Veloz