

Optimización en la cadena de producción de conejos de ceba mediante la implementación de estrategias durante la alimentación

Miguel Julián Torres Vargas

Trabajo de Grado para Optar al Título de zootecnista

Director

Laura Vanessa Álvarez Palomino

MS(c) Medica Veterinaria Zootecnista

Codirector

Daniel Felipe Torres Ruda

MSc. Zootecnista

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Zootecnia

Málaga

2023

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor, mamá te amo.

A mi abuela Marina Jaimes por estar siempre conmigo y darme la motivación y el apoyo incondicional en todos los momentos buenos y malos durante esta etapa y por ayudarme a crecer como persona.

A Dios por guiarme por el camino del bien y por ayudarme a tomar buenas decisiones en la vida pues gracias a esto soy una persona soñadora y que se propone grandes metas en la vida.

A mi hermana Natalia Torres ya que fue una persona que siempre me motivo y en todo momento estuvo conmigo y sé que su sueño más grande es que fuera un profesional; hermanita lo logre con esfuerzo, disciplina y humildad.

Agradecimientos

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza de seguir adelante y siempre ha estado a mi lado.

Agradezco inmensamente a mi profesor y tutor Daniel Felipe Torres por apoyarme incondicionalmente en este proceso y darme a entender que no hay nada imposible en la vida y que podemos lograr grandes cosas si nos proponemos metas, pues el logro más grande es sentirte realizado como persona y profesionalmente.

Agradezco inmensamente a la Universidad Industrial de Santander y a mis profesores por guiarme durante toda la carrera, por sus enseñanzas, experiencias.

Ami amigo incondicional que la vida y el destino me permitió conocer RulberAlbeiro Rojas Martínez por ser esa persona que me motivo a terminar esta gran etapa dándome consejos, regaños y grandez aprendizajes que me sirvieron para llegar a este momento importante.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1 Objetivos.	15
1.1 Objetivo General	15
1.2 Objetivos Específicos.....	15
2 Antecedentes	16
2.1 Historia de la hidroponía	16
3 Marco teórico	19
3.1 Producción de carne en el mundo	19
3.2 Carne de mayor consumo.....	19
3.2.1 Carne de pollo	19
3.2.2 Carne Bovina	20
3.2.3 Carne de cerdo	20
3.3 Carnes alternativas	21
3.3.1 Pato.....	21
3.3.2 Ovino.....	21
3.3.3 Conejo.....	22
3.4 Panorama de la producción cunícola	23
3.4.1 Razas de conejos de producción de carne.....	24
3.4.1.1 Nueva Zelanda..	24
3.4.1.2 California.	24
3.4.1.3 Gigante de Flandes.....	24

3.5 Nutrición y alimentación de conejos	24
3.5.1 Monogástricos.....	24
3.5.2 Alternativas de alimentación en conejos.....	25
3.5.3 Forraje verde hidropónico.....	25
3.5.3.1 Forraje Verde hidropónico de Maíz.....	26
3.5.3.2 Forraje Verde hidropónico de trigo.....	27
3.5.4 Concentrado comercial	27
3.5.5 Especies aromáticas	28
3.6 Beneficios de la carne de conejo.....	29
3.6.1 Características de la carne en conejos.....	30
3.6.1.1 Fisicoquímicas	30
3.6.1.2 Características Organolépticas.....	31
4 Metodología	31
4.1 Área de estudio	31
4.2 Establecimiento del sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH).....	31
4.3 Selección de unidades experimentales y tratamientos	32
4.4 Beneficio y panel sensorial	33
4.5 Análisis estadístico.....	34
5 Resultados y discusión.....	35
6 Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Referencias bibliográficas.....	55
Apéndices.....	72

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Consumo aparente de carne en Colombia.....	21
Tabla 2. Contenido nutricional de las carnes más comunes en el mercado	23
Tabla 3. Información nutricional del concentrado comercial itacol para conejos	28
Tabla 4. Información nutricional de la carne de Conejo.....	29
Tabla 5. Costo de producción de materias primas por kg.....	39
Tabla 6. Costos de alimentación por tratamiento durante 60 días de estudio.....	40
Tabla 7. Composición nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y maíz	41
Tabla 8. Crecimiento post-destete tratamientos suministrados.....	44
Tabla 9. Rendimiento y características de la canal de conejos alimentados con diferentes fuentes Alternativas de alimentación.....	46

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Condiciones de temperatura bajo invernadero	36
Figura 2. Condiciones de humedad relativa bajo invernadero.....	36
Figura 3. Curva de crecimiento del forraje verde hidropónico del trigo	37
Figura 4. Curva del crecimiento de forraje verde hidropónico maíz	38
Figura 5. Curva de crecimiento post destete diferentes tratamientos	42
Figura 6. Porcentaje de apreciación acorde a su jugosidad	47
Figura 7. Porcentaje de apreciación del sabor	48
Figura 8. Porcentaje de apreciación de textura	50
Figura 9. Porcentaje de apreciación del sabor por especie	51

Lista de Apéndices

Pág.

Apéndices A. Protocolo estandarizado de desinfección de semillas..... 72

***Glosario**

Hidroponía: Cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte de arena, grava, etc.

Sacrificio: Matanza de animales, especialmente para el consumo.

Sensorial: Perteneciente o relativo a la sensibilidad o a los órganos de los sentidos.

Sabor: Sensación que ciertos cuerpos producen en el órgano del gusto.

Sabor metálico: es una disgeusia, un trastorno que afecta al correcto funcionamiento del sentido del gusto, por lo que implica una anomalía en la percepción de los sabores, ya sea de alimentos o bebidas.

Aroma: Perfume, olor muy agradable.

Textura: Estructura, disposición de las partes de un cuerpo.

Hidropónico: Cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte de arena, grava.

Ácido graso: ácido orgánico que se combina con la glicerina para formar las grasas, y que cumple funciones fisiológicas importantes.

Proteína:

Sustancia constitutiva de la materia viva, formada por una o varias cadenas de aminoácidos.

Nota: *Tomado bases de datos de (RAE)

Resumen

Título: Optimización en la cadena de producción de conejos de ceba mediante la implementación de estrategias durante la alimentación*

Autor: Miguel Julián Torres Vargas**

Palabras Clave: Maíz hidropónico, panel sensorial, sabor, ganancia de peso, aromáticas.

Descripción: La alimentación balanceada en animales es un proceso que día a día se encuentra con mayores limitaciones debido a los costos elevados de las materias primas usadas para la nutrición animal. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de fuentes alternativas de alimentación en conejos y el efecto de las variables productivas de interés zootécnico en la producción de estos durante la etapa de ceba. Se utilizaron 18 animales mestizos entre los 40 y 42 días de edad los cuales se distribuyeron en tres tratamientos T0: concentrado ad libitum, T1: concentrado + 18% PV TVH (Trigo verde hidropónico) T2: Concentrado + 18% PV MVH (Maíz verde hidropónico). El segundo experimento se realizó con 6 unidades experimentales distribuidas en tres tratamientos para evaluar el efecto de plantas aromáticas sobre la calidad de la carne en conejos en etapa de ceba, alimentados durante 15 días pre-sacrificio. Se utilizaron 3 tratamientos T1: Sin aromáticas; T2: 25 gr Kg⁻¹ PV de orégano, T3: 25 gr Kg⁻¹ PV Cilantro. Por último, se evaluaron variables productivas como ganancia de peso, rendimiento en canal y propiedades organolépticas de la carne mediante un panel sensorial. La inclusión de FVH de trigo resulto ser una fuente alternativa de alimentación de buena calidad nutricional para la alimentación en conejos en etapa de ceba presentando mejores valores que FVH de maíz (p<0,05) pero similares al concentrado comercial. Existe un efecto sobre la percepción de la calidad en la carne al alimentar los conejos con especies aromáticas, cambiando su sabor, olor, textura y jugosidad. Se recomienda continuar con estos trabajos que permitan optimizar la producción de forrajes hidropónicos a partir del requerimiento de cada especie.

* Trabajo de Grado

** Instituto de proyección regional y a Distancia IPRED. Programa de zootecnia

Director: Laura Vanessa Alvares palomino. MS(c) Medica Veterinaria Zootecnista

Abstract

Title: * Optimization in the production chain of fattening rabbits through the implementation of strategies during feeding

Author: Torres Vargas Miguel Julian**

Keywords: Corn, Hydroponic, sensory panel, juiciness, flavor, weight gain, aromatic,

Description:

The balanced feeding of animals is a process that is becoming more and more limited due to the high cost of raw materials used for animal nutrition. The objective of the present study was to evaluate the effect of the use of alternative feed sources in rabbits and the effect of productive variables of zootechnical interest in the production of rabbits during the fattening stage. Eighteen mongrel animals between 40 and 42 days of age were distributed in three treatments: T0: concentrate ad libitum, T1: concentrate + 18% PV TVH (hydroponic green wheat), T2: concentrate + 18% PV MVH (hydroponic green corn). The second experiment was carried out with 6 experimental units distributed in three treatments to evaluate the effect of aromatic plants on meat quality in rabbits in the fattening stage, fed for 15 days pre-slaughter. Three treatments were used: T1: No aromatics; T2: 25 g Kg-1 PV oregano, T3: 25 g Kg-1 PV Cilantro. Finally, productive variables such as weight gain, carcass yield and organoleptic properties of the meat were evaluated by means of a sensory panel. The inclusion of wheat FVH proved to be an alternative feed source of good nutritional quality for feeding rabbits in the fattening stage, presenting better values than corn FVH de corn ($p < 0,05$). There is an effect on the perception of meat quality when rabbits are fed with aromatic species, changing their flavor, odor, texture and juiciness. It is recommended to continue with this work in order to optimize the production of hydroponic forages based on the requirements of each species.

* Bachelor Thesis

** Instituto de proyección regional y a Distancia IPRED. Programa de zootecnia

director:

Laura Vanessa Alvares palomino. MS(c) Medica Veterinaria Zootecnista

Introducción

La cría de conejos se considera una actividad pecuaria eficiente en cuanto a rendimientos productivos, lo que ha llevado a un aumento en el número de granjas dedicadas a esta actividad en el país, la producción de conejos de ceba es una actividad importante en la industria pecuaria, ya que los conejos son una fuente de carne magra (Cantarero et al., 2021). Sin embargo, uno de los desafíos que enfrenta esta producción es la disponibilidad y el costo de los alimentos para complementar la alimentación de los conejos., la alimentación tradicionalmente se ha basado en piensos comerciales que pueden ser costosos y a veces difíciles de obtener (Muñoz, 2018).

Desde otro punto de vista cabe señalar que la producción mundial de carne de conejo para el año 2017 ocupó la quinta posición, con un consumo per cápita de tan sólo 243 gramos, pero con un crecimiento en su popularidad y relevancia gracias a su aporte dietético y favorabilidad en la salud, es importante tener en cuenta que, en medio de la generalización Mundial del consumo, existen países como Europa, en los cuales la Cunicultura tiene mayor desarrollo y su consumo per cápita alcanza los 1,3 kg/habitante (Cedeño & Hurtado, 2020).

Con respecto a las cifras mundiales de producción, se reportan 10.654.000 toneladas con un promedio anual de 1.522.000 toneladas según estudio realizado en el periodo comprendido entre el 2012 al 2018, presentando una disminución de inicio a fin de la observación de cerca de las 500.000 toneladas, dicha disminución podría verse reflejada por las dificultades que se dan a lo largo de la cadena productiva para los países inmersos en la medición de la producción mundial (Perez, 2021).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para el año 2021 la producción de carne de conejo fue de 2,461 toneladas lo cual indica

que el índice productivo en Colombia es bajo con respecto a la producción de carne de bovino (FAOSTAD, 2021). Las principales regiones productoras de conejos en Colombia son Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Santander. Estas áreas ofrecen condiciones climáticas favorables y una infraestructura adecuada para la cría de conejos (Pulido, 2018).

Por otra parte, la carne de conejo se clasifica como un tipo de carne blanca con un sabor jugoso y podría usarse como un excelente sustituto de la carne de pollo, en este sentido, se recomienda incluir la carne de conejo en el régimen nutricional de pacientes que padecen enfermedades cardiovasculares, hipertensión, así como de niños pequeños, ancianos y mujeres embarazadas, especialmente con el reciente cambio de estilo de vida del consumidor hacia alimentos más saludable (Abdel et al., 2022).

Para abordar este problema, es necesario realizar una investigación exhaustiva para identificar y evaluar las diferentes fuentes alternativas de alimentación que podrían ser utilizadas en la producción de conejos de ceba. Esto implica analizar tanto alimentos de origen vegetal como animal que puedan proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo saludable de los conejos (Calderon et al., 2021).

Además, se debe considerar la viabilidad económica de estas alternativas de alimentación. Es importante evaluar los costos de producción asociados con el uso de estas fuentes y compararlos con los piensos comerciales tradicionales, también se deben prever los posibles impactos en el rendimiento de los conejos, como el crecimiento, la salud y la calidad de la carne (Gómez Pinto, 2021). En este contexto, surge la necesidad de optimizar la producción de conejos de ceba mediante la implementación de fuentes opcionales de alimentación. Esto requiere buscar y utilizar otras opciones de suplementación que sean más económicos y estén fácilmente disponibles, sin comprometer la salud y el rendimiento de los conejos (Cristancho, 2017).

Los sistemas productivos en la actualidad están enfrentados a diferentes parámetros que son de importancia para la subsistencia del mismo como la de tener alimento disponible durante todo el año debido a las constantes variaciones climáticas, problema que puede causar pérdidas productivas en los animales debido a la falta de alimento constante durante su ciclo, es por tal motivo que se han creado alternativas de producción de alimento en ambientes controlados que le permiten al productor optimizar terreno , agua y variaciones climáticas (Carmona et al., 2011).

La producción hidropónica ofrece varias ventajas para los sistemas de ganadería en Colombia, uno de ellos es la optimización de uso de espacio, ya que los cultivos se pueden desarrollar en estructuras verticales, lo que es especialmente útil en áreas con limitaciones de tierra, además, al no depender del suelo, se evitan los problemas asociados con la calidad y la fertilidad del mismo. Esta técnica también permite un mayor control sobre los nutrientes y el riego, lo que resulta en un crecimiento más rápido y saludable de los cultivos (Ahamed et al., 2023).

Otra ventaja importante es la reducción del consumo de agua. La hidroponía utiliza significativamente menos agua que la agricultura tradicional, ya que el agua se recircula en el sistema y se utiliza de manera más eficiente. En un país como Colombia, donde la disponibilidad de agua puede ser un desafío, esto es especialmente beneficioso para los sistemas de producción ganadera, que requieren grandes volúmenes de agua para el riego de pastizales y el suministro a animales (Naik et al., 2017).

Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar el efecto del uso de fuentes alternativas de alimentación en conejos y la dinámica de las variables productivas de interés zootécnico en la etapa de ceba.

1.2 Objetivos Específicos

Evaluar el desarrollo y la rentabilidad de diferentes cultivos hidropónicos destinados para la alimentación de conejos durante la etapa de ceba.

Determinar el efecto de la inclusión de forrajes verdes hidropónicos como fuente de alimentación sobre el crecimiento de conejos durante la etapa de ceba.

Evaluar el efecto de la inclusión de especies aromáticas sobre el rendimiento en canal y la palatabilidad de la carne de conejo mediante la técnica de panel sensorial.

Antecedentes

2.1 Historia de la hidroponía

La producción de forraje hidropónico es una técnica relativamente nueva que ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus numerosos beneficios. Esta técnica consiste en cultivar forraje, como pasto o alfalfa, en un ambiente controlado utilizando agua y nutrientes (Puccinelli et al., 2023).

La historia de la producción de forraje hidropónico se remonta a la década de 1930, cuando se comenzaron a realizar experimentos para determinar si era posible cultivar plantas sin suelo, en ese momento, los científicos descubrieron que las plantas podían crecer y desarrollarse adecuadamente (Redondo Quintero David, 2023). Por consiguiente, no fue hasta la década de 1970 que la producción de forraje hidropónico comenzó a utilizarse comercialmente, los agricultores empezaron a utilizar esta técnica debido a la producción de grandes cantidades de forraje en poco espacio y en un corto periodo de tiempo, por consiguiente de esto, a medida que avanza la tecnología, se desarrollaron sistemas más eficientes y sofisticados (Strand et al., 2023).

En Colombia, la producción de forraje verde hidropónico de maíz y trigo es un enfoque relativamente nuevo en la agricultura. Aunque la hidroponía en general ha sido utilizada en el país durante varios años, su aplicación específica en la producción de forraje verde ha ganado popularidad en los últimos años debido al gran potencial que tiene para la producción pecuaria sostenible (Baena, 2021).

Durante los últimos años se han venido evidenciando diferentes alternativas de alimentación en la producción de conejos, (Lozano, 2023), en su estudio evidencio que las especies

que mostraron mejor producción de FVH fueron la cebada (*Hordeum vulgare*) y el trigo (*Triticum sativum*).

Mojica, (2020). En su trabajo de grado titulado “Forraje verde hidropónico de maíz *Zea mays* y ramio *Boehmeria nivea* como sustituto del concentrado en dieta para conejos en fase de engorde” donde determino que la sustitución de concentrado comercial por forraje verde hidropónico de maíz más ramio en la dieta disminuye el desempeño productivo de los conejos en la fase de engorde en las variables de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, sin embargo, no afecta el rendimiento en canal la inclusión de los animales.

Los sistemas de alimentación alternativos en la producción pecuaria están jugando un papel fundamental en los pequeños y medianos productores, como lo es el caso de forraje hidropónico que es un sistema de cultivo que está suministrando alimento de buena calidad nutricional y en menor tiempo de cultivo (Orrala, 2022), además de esto en su estudio determino que el desarrollo radicular en el maíz es más alto y que la producción de biomasa por kg de siembra es más notorio en trigo y avena, de otro modo se pudo concluir que la respuesta de cuyes, pollos de engorde y conejos en dietas basadas en la inclusión de FVH de maíz, presentaron valores positivos que se ven reflejados en los parámetros productivos de ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento al canal; no obstante, en los resultados obtenidos se identificaron que el comportamiento productivo es satisfactorio con un adecuado nivel de inclusión de FVH que permita el planteamiento de una dieta balanceada.

Blanco et al., (2019). En su artículo titulado “Producción de forraje verde hidropónico versus geopónico de cebada (*Hordeum vulgare L*) en ambientes controlados, reporto que al realizar el análisis estadístico de altura de planta del cultivo de cebada a los 10 días de siembra, reporta magnitudes de 23.8 ± 0.31 cm para el forraje verde hidropónico y 20.5 ± 0.30 cm para el forraje verde

geopónico, además de esto, se determinó diferencia en las medias en el rendimiento de forraje verde mediante las técnicas hidropónica y geopónica, obteniéndose valores de 25.1 ± 0.25 kg/m² y 24.3 ± 0.35 kg/m² respectivamente, a una densidad de 10 kg de semilla/m².

Mejía, (2020) reporto en su investigación ventajas y desventajas de la producción de FVH; se logró conocer las diferentes instalaciones para la elaboración de FVH y las etapas de producción que van desde la selección de la semilla hasta la cosecha; Según la investigación, los principales factores que afectan el desarrollo óptimo del FVH son la iluminación y temperatura; los secundarios son la calidad de la semilla, calidad del agua de riego y la humedad.

Según (Zagal et al., 2016) , en su investigación “Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas” manejado con un riego cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz, se cosechó los días 13, 14 y 15, se midieron la altura, kg de rendimiento total, % de germinación, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado y se determinó que a los 13 días de cultivo el forraje presento altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación y se concluye que es factible la producción de FVH de maíz en charolas de cartón con riego cada 24 horas.

Los forrajes hidropónicos aportan gran cantidad de nutrientes a la dieta de los animales como lo es el caso de la avena que ayuda a mejorar los rendimientos productivos en los animales, como le es una mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y de otro modo le generan al productor una sostenibilidad alimenticia en el sistema pues con este tipo de alternativas en ambientes controlados su puedo producir alimento durante todo el año (Núñez et al., 2017). Por otra parte, identifiqué que la alimentación de conejos en la etapa de engorde al incluir 100% de avena en la dieta mejora notablemente las variables productivas.

La alimentación con forrajes hidropónicos en conejos no es el único parámetro en la alimentación actual, además de esto se han venido implementando las plantas aromáticas en la alimentación de los mismos, presentado como finalidad la salud del animal y que su carne presente un valor agregado al mejorar sus propiedades organolépticas como el sabor, color, olor, jugosidad y de esta manera sea más apetecible por parte de los consumidores (Guevara et al., 2020). Es así que según Villanueva, (2023) pudo determinar que la percepción de la calidad de la carne de conejo esta influenciada por parámetros nutricionales, sanitarios y tecnológicos.

Marco teórico

3.1 Producción de carne en el mundo

La producción de carne en el mundo ha venido creciendo en los últimos años, mostrando patrones de intercambio de productos acorde a la capacidad económica de la población; entre las principales carnes que se comercializan y de las cuales existen reportes se encuentran las de origen: bovino, porcino, caprino, ovino y aves (FAOSTAD, 2021).

3.2 Carne de mayor consumo

3.2.1 Carne de pollo

Colombia se ha destacado como uno de los principales productores y consumidores de carne de pollo en América Latina, la producción avícola ha experimentado un crecimiento sostenido gracias a factores como la demanda interna creciente, el desarrollo tecnológico, la expansión de las granjas avícolas y las políticas de apoyo del gobierno (Solano et al., 2023).

Según datos de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), en el año 2020 se produjeron aproximadamente 1.6 millones de toneladas de carne de pollo en el país, esta

cifra representa un aumento significativo en comparación con años anteriores y refleja la importancia de la industria avícola en la economía colombiana (Federación Nacional de Avicultores de Colombia, 2022).

3.2.2 Carne Bovina

Colombia cuenta con un sector ganadero robusto y diverso, de importancia económica, lo que le permite ser uno de los principales productores y exportadores de carne de bovino en América Latina (López et al., 2019).

Entre las principales regiones que se dedican a la ganadería teniendo en cuenta las condiciones climáticas y geográficas favorables para la cría de bovinos se encuentran la Sabana de Bogotá, los Llanos Orientales, la Costa Atlántica y el Valle del Cauca (Castillo, 2022).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la producción de carne de bovino también plantea desafíos ambientales y sociales como, la deforestación y la sostenibilidad de los sistemas de producción (Figuroa et al., 2021).

3.2.3 Carne de cerdo

La producción de carne de cerdo a nivel mundial ha presentado un crecimiento paulatino y de importancia en las últimas décadas. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se estima que la producción mundial de carne de cerdo alcanzó los 120 millones de toneladas.(FAO, 2021). China es el mayor productor y consumidor de carne de cerdo a nivel mundial; en 2020 produjo alrededor de 42 millones de toneladas de carne, lo que represento aproximadamente el 36% de la producción mundial y otros países importantes en la producción de carne de cerdo son Estados Unidos, Brasil, Alemania, España y Vietnam (Hernández et al., 2023).

El aumento en la producción de carne de cerdo se debe a factores como, el aumento de la demanda de proteínas animales en países en desarrollo, el crecimiento de la población mundial y el aumento de los ingresos disponibles para la compra de alimentos (Magaña et al., 2023).

En la siguiente tabla se evidencia el consumo aparente anual de diferentes tipos de carnes durante los últimos años en Colombia.

Tabla 1

Consumo aparente de carne en Colombia

Año	Carne de res y vísceras (kg/hab)	Carne de pollo (kg/hab)	Carne de cerdo (kg/hab)
2019	18,6	35,6	11,1
2020	17,1	33,7	10,8
2021	17,3	35	12,2
2022	17,1	36,3	13

Nota. Tomada de Federación Colombiana de ganaderos, (2023).

3.3 Carnes alternativas

3.3.1 Pato

La producción de carne de pato en Colombia es un sector en crecimiento dentro de la industria avícola del país, debido a su sabor distintivo y a la creciente demanda de alimentos exóticos y gourmet (concepción, 2019).

3.3.2 Ovino

La producción de carne de ovino en el país ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años con una producción de 15,000 toneladas anualmente. Aunque, la industria ovina en el país es relativamente pequeña en comparación con otros sectores pecuarios, presenta

un potencial importante debido a las condiciones favorables para la cría de ovejas en varias regiones (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2022).

Según datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la producción de carne de ovino en Colombia ha aumentado constantemente en los últimos años, en 2019 se registró una producción de aproximadamente 11,000 toneladas de carne de ovino, lo que representa un incremento del 4% en comparación con el año anterior (DANE, 2019). Uno de los factores que impulsa el crecimiento de la producción de carne de ovino en Colombia, es la demanda interna y externa de este producto (Baracaldo et al., 2022). Las regiones con mayor producción de carne de ovino son, el altiplano cundiboyacense, la región Caribe y algunas zonas de los departamentos de Antioquia y Boyacá (Moreno et al., 2014).

3.3.3 Conejo

En Colombia el consumo de carne de conejo es relativamente bajo, debido a procesos culturales y al desconocimiento de sus características nutritivas, lo que convierte a la cunicultura en un sistema de producción de baja capacidad, generando procesos de oferta - demanda insatisfechos para este tipo de carne, por tal razón no se evidencian estadísticas donde haga énfasis en el consumo per cápita de carne de conejo (Laverde, 2021) En la tabla 2 se puede evidenciar el contenido nutricional de las diferentes carnes en el mercado.

Tabla 2*Contenido nutricional de las carnes más comunes en el mercado*

Animal	% Proteína	% Grasa	Calorías/lb
Conejo	21,5	4,5	795
Bovino	16,3	28	1440
Ovino	15,7	27,7	1420
Pollo	20	17,9	810
Cerdo	11,9	45	2050
Pato	16	28,6	1015
Pavo	20,1	20	1190

Nota. Adaptada de (Silva joya, 2016).

3.4 Panorama de la producción cunícola

La producción cunícola en Colombia ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, la cría de conejos se considera una actividad agropecuaria promisoriosa y una alternativa viable para la diversificación de la producción de carne en el país, entre los factores que han contribuido a este crecimiento se encuentran, la demanda en aumento de carne de conejo, su alto valor nutricional y el menor impacto ambiental en comparación con la producción de carne de otros animales (Birolo et al., 2022).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, en 2020 la producción de carne de conejo en el país alcanzó las 1,660 toneladas anuales, un aumento considerable en comparación con el año 2015 con 1,230 toneladas, además, se estima que existen alrededor de 1,000 granjas cunícolas en todo el país (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2020).

3.4.1 Razas de conejos de producción de carne

3.4.1.1. Nueva Zelanda. se distingue principalmente por su color de pelaje blanco y ojos rojizos, buenas aptitudes pecuarias, producción de carne magra y de calidad, excelentes cualidades maternas, alta prolificidad y desarrollo precoz, es una raza con buenos rendimientos productivos tanto en machos como hembras, para la producción de carne debido a que cuentan con una alta conversión alimenticia (Martínez et al., 2021).

3.4.1.2 California. distinguido por sus patas y orejas negras, puede presentar ojos rojizos o negros, es excelente productor de carne magra con buenos rendimientos en canal por su abundante masa muscular y lomo corto bien definido, su carne es considerada de primera, lo que la hace muy apetecida debido a su sabor y gustosidad a la hora de ser consumida. (Fonseca, 2021).

3.4.1.3 Gigante de Flandes. es la raza más grande conocida, tiene un promedio de 7 a 9 kg de peso vivo, aunque puede alcanzar los 15 kg, se caracteriza por ser una raza excelente en la cantidad de producción de carne y rendimiento en canal (Ramón, 2021).

3.5 Nutrición y alimentación de conejos

3.5.1 Monogástricos

Se consideran animales monogástricos aquellos que poseen un estómago simple, lo que significa que la mayoría de sus procesos digestivos ocurren en condiciones relativamente sencillas. La digestión de los alimentos en estos animales depende en gran medida de la cantidad y composición de su dieta (Martínez et al., 2022). También son características importantes que se deben tener en cuenta, el tamaño y la función de los órganos del tracto digestivo, así como, el tiempo de retención de la ingesta en las diferentes partes del tracto (Cerisuelo et al., 2020).

3.5.2 Alternativas de alimentación en conejos

Las fuentes alternativas de alimentación en conejos juegan un papel fundamental en el ámbito de la alimentación y la nutrición, con ello se busca mejorar los parámetros productivos en el animal y por ende darle un valor agregado al producto final (carne) logrando una textura suave y consistencia no grasa que finalmente sea más apetecida por el consumidor (Abdelsalam et al., 2023).

3.5.3 Forraje verde hidropónico

Dentro de la hidroponía existe una serie de suplementos alimenticios para dietas en conejos, estos suplementos están principalmente dados: por forraje verde hidropónico (FVH), el proceso consiste básicamente en la germinación rápida de semillas viables de algunos cereales como: trigo(*Triticum*) , maíz(*Zea mays*) , avena(*Avena sativa*) y/o leguminosas, las cuales se realizan en instalaciones adecuadas para tal fin y bajo procesos controlados, por un lapso de tiempo no mayor a los 12 días; dentro de los cuales se le suministra a las plántulas soluciones nutritivas, lo que produce al final del ciclo un “tapete”, compuesto por granos germinados, sus raíces entrelazadas, tallos y hojas verdes que pueden tener para esa época una altura de hasta 35 cm aproximadamente; la biomasa vegetal así obtenida es de alta sanidad y calidad nutricional, debido a este método de producción, el FVH puede elaborarse en cualquier época y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello (Hernández et al., 2012).

Por otra parte, se resalta que debido al rápido crecimiento de la semilla durante este proceso germinativo se activan enzimas que movilizan las reservas de almidón y proteínas de la semilla, transformándose en principios nutritivos básicos (aminoácidos y azúcares) creando nuevos tejidos vegetales ricos en vitaminas totalmente asimilables y favorables para el metabolismo animal, es

por tal motivo que a partir de este tipo de procesos se obtiene un alimento natural altamente digestible que incrementa los rendimientos productivos y mejora los niveles sanitarios de los animales (Pedraza et al., 2023).

Además, es una alternativa propuesta para solventar los problemas de falta de alimento para los animales destinados a la producción de carne y leche que consiste en la producción de biomasa vegetal a partir del crecimiento inicial de plántulas, así mismo, posee atributos nutricionales aptos para la alimentación animal y complementa la suplencia de forraje durante todo el año, debido a que se puede producir en áreas marginales y poco fértiles, además es una forma de producción viable y rentable (Morales et al., 2020).

3.5.3.1 Forraje Verde hidropónico de Maíz. el Forraje Verde Hidropónico se presenta como un valioso complemento alimenticio y nutricional, ofreciendo una alternativa eficaz a los suplementos tradicionales, como el heno y el ensilado (Ramírez et al., 2017). Este enfoque implica una producción planificada, adaptada a las necesidades específicas, y ha demostrado aumentar significativamente la producción de carne al sustituir parte de la ración. Además, destaca por su contenido enzimático, que facilita la digestión, y su riqueza en proteínas y vitaminas, incluyendo A, B, E y C Chitithoti, (2020). En su estudio reportó que la suplementación del 50% de forraje verde hidropónico de maíz aumenta la ganancia de peso y el consumo de materia seca como reemplazo del concentrado; así mismo (Miah et al., 2021).

Salvador et al., (2022), observó que la suplementación dietética con hidroponía durante el periodo de crecimiento de los conejos puede tener un impacto significativo en su ganancia de peso vivo, esto se evidenció en sus resultados los cuales indicaron que cuando se sustituye el 50% de la alimentación con hidroponía, se logra una mejora tanto en la ganancia de peso como en la

eficiencia alimentaria de los conejos en crecimiento, lo que se traduce en un mejor rendimiento productivo.

3.5.3.2 Forraje Verde hidropónico de trigo. La tecnología moderna, específicamente la hidroponía ha cambiado la forma en que se produce el alimento verde en ambientes artificiales o controlados sin el uso de suelo, ya que con este enfoque existe un aumento en el aporte nutricional proporcionando una producción de forraje verde sostenible (Salinas, 2021) Shah et al., (2023) durante su estudio encontró que la mezcla de tratamiento de forraje hidropónico de guisantes y trigo mostró resultados significativos en el consumo de alimento, la ganancia de peso y la tasa de conversión alimenticia (FCR), revelando que el mayor consumo de forraje hidropónico fue de 177,48 gr y ganancia de peso 158,67 gr/día.

3.5.4 Concentrado comercial

En Colombia las diferentes casas comerciales han diversificado una sola formulación para toda la producción del animal, en lo cual la dieta está basada principalmente en: cereales como el maíz, (Soya, 2023) . Los concentrados comerciales para conejos están formulados para proporcionar una dieta equilibrada y completa para estos animales.(Finca, 2023)

Rojas et al., (2023) propuso que los concentrados están diseñados para satisfacer las necesidades nutricionales específicas de los conejos, incluyendo proteínas, fibra, vitaminas y minerales, los cuales son esenciales para el correcto funcionamiento productivo ya que los forrajes no suplen completamente los requerimientos cuando de aminoácidos se trata y estos cumplen un factor fundamental pues son los encargados de las funciones fisiológicas y metabólicas del organismo del conejo.

Tabla 3*Información nutricional del concentrado comercial italcol para conejos*

composición nutricional	Cantidad	Valor
Humedad (%)	Máximo	12
proteína (%)	Mínimo	16
Fibra (%)	Máximo	14
Grasa (%)	Mínimo	6
Ceniza (%)	Máximo	12

Nota. Tomado de (Italcol conejos, 2023)

3.5.5 Especies aromáticas

propone que la suplementación en conejos con especias aromáticas es esencial, ya que no solo mejora las características de la carne, sino que también aumenta la ganancia diaria de peso. Por otro lado, debido a que la carne de conejo es naturalmente rica en ácidos grasos insaturados, es más susceptible a la oxidación, lo que puede resultar en la pérdida del valor nutricional y una disminución en sus características físicas y calidad sensorial. (Jalabe et al., 2019)

La oxidación de lípidos afecta negativamente la salubridad de la carne, ya que provoca la formación de compuestos tóxicos como malondialdehído (MDA) y productos de oxidación del colesterol en donde se ha demostrado que afectan negativamente a la salud humana, por esta razón, en décadas pasadas, la utilización de antioxidantes era muy empleada en la industria cárnica; sin embargo, en la última década la opinión de los consumidores hacia este tipo de aditivos se ha vuelto cada vez más negativa por cuestiones de seguridad (Cruz et al., 2019).

El orégano (*Origanum vulgare*) ha suscitado un gran interés, ya que su aceite esencial es rico en monoterpenos, timol y carvacrol, que exhiben buenas actividades antioxidantes y antimicrobianas *in vitro* e *in vivo*, además de estimular la digestión animal mejoran las

características organolépticas de la carne como lo son sabor, olor, textura y por consiguiente hace que la preferencia por este tipo de carnes aumente significativamente (Rossi et al., 2020).

3.6 Beneficios de la carne de conejo

Las principales cualidades de la carne de conejo son: una carne blanca, magra, sabrosa y, adecuada para ser utilizada en las más variadas dietas, presentando mayor riqueza de proteína y sales minerales respecto a otras carnes, tiene un porcentaje mínimo de grasa (4,5%), bajo contenido calórico, bajo en grasas saturadas, es recomendable en casos de enfermedades cardiovasculares (Sanah et al., 2021).

Tabla 4

Información nutricional de la carne de Conejo

Componente Nutricional	Aporte /100g	Componente Nutricional	Aporte /100g
Calorías	140 calorías	Vitamina B6	0,40 mg
Proteínas	10,35 gramos	Vitamina B7	1 ug
Grasa	5,30 g	Vitamina B9	4,85 ug
Purinas	132 mg	Vitamina E	0,28 mg
Colesterol	37,5 mg	Vitamina K	4 ug
Vitamina A	0,35 ug	Calcio	22,80 mg
Vitamina B1	0,10 mg	Potasio	350 mg
Vitamina B2	0,12 mg	Sodio	45 mg
Vitamina B3	10,99 mg	Fósforo	215 mg
Vitamina B5	0,80 ug		

Nota. Información de los componentes nutricionales de la carne de conejo por cada 100 gramos de carne. Adaptada de Silva, (2016). *Componentes nutricionales de la carne de conejo.*

3.6.1 Características de la carne en conejos

La calidad de carne en conejos es altamente mencionada dado que es una fuente alternativa de proteína de origen animal que reduce el impacto ambiental comparado con especies como los rumiantes, sin embargo, es importante valorar su composición desde aspectos fisicoquímicos y organolépticos que den valor agregado a su calidad.

3.6.1.1 Fisicoquímicas. es importante tener en cuenta que las características fisicoquímicas de la carne de conejo pueden variar ligeramente dependiendo de la raza, la alimentación del conejo y las condiciones de cría (Rodríguez, 2016). La carne de conejo es baja en grasa y alta en proteínas, la cantidad de grasa en la carne de conejo varía entre un 2% y un 4%, mientras que su contenido de proteínas oscila entre un 20% y un 22% (Matics et al., 2014).

Digestibilidad: La carne de conejo es altamente digerible debido a su bajo contenido de grasa y su estructura de fibras musculares finas, esto la convierte en una buena opción para personas con problemas digestivos o dietas especiales (Bhatt et al., 2023).

pH: El pH de la carne de conejo generalmente se encuentra en un rango ligeramente ácido, alrededor de 6.0 a 6.2. Esto contribuye a su capacidad para conservarse durante períodos más largos, así como a su textura y sabor.(González et al., 2023)

Contenido mineral: La carne de conejo presenta una elevada fuente de minerales esenciales como el hierro, el zinc y el fósforo, estos minerales desempeñan un papel importante en funciones vitales del cuerpo humano, como la formación de hemoglobina, el mantenimiento del sistema inmunológico y la salud ósea (Simonová et al., 2021).

Contenido vitamínico: La carne de conejo contiene diversas vitaminas del grupo B, como el niacina, la vitamina B12 y el ácido fólico, que desempeñan un papel esencial en el metabolismo y la función del sistema nervioso (Pérez et al., 2021).

3.6.1.2 Características Organolépticas. Las características organolépticas se refieren a las propiedades sensoriales de un alimento, incluyendo su apariencia, olor, sabor y textura, en el caso de la carne de conejo, estas características pueden variar ligeramente dependiendo de factores como la raza del conejo, la edad, la alimentación y el método de preparación (Villanueva, 2023).

Color: El color de la carne de conejo puede variar dependiendo de la edad del animal y la parte del cuerpo de la que provenga, por lo general, la carne de conejo es rosada, pero la carne de los conejos jóvenes tiende a ser más clara (Daszkiewicz et al., 2021).

Aroma y sabor: La carne de conejo tiene un aroma suave y agradable. En cuanto a su sabor, es delicado y ligeramente dulce, sin un sabor fuerte o distintivo (Volek et al., 2018).

Textura: La carne de conejo tiene una textura suave y tierna, lo que la hace agradable al paladar, su estructura de fibras musculares es fina, lo que facilita su masticación (Ferreira et al., 2021).

Metodología

4.1 Área de estudio

El proceso investigativo se realizó en la Unidad Cunicola de la Universidad Industrial de Santander Sede Málaga a una Latitud $6,70666^\circ$ temperatura ($^\circ\text{C}$) y humedad relativa (HR%) 3 veces al día. Para el desarrollo de todos los procedimientos se tuvo en cuenta los principios rectores internacionales para la investigación biomédica con animales tal y como se describe en (Aguilera et al., 2019).

4.2 Establecimiento del sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH)

Se utilizaron bandejas de $0,3 * 0,5$ m con un sistema de riego automatizado con un tanque de almacenamiento de 500 litros, una motobomba sumergible marca H2 blue y una potencia de

3000 lt/h. El sistema se adaptó con una tubería de media y salidas de microaspersión convencional. La programación del sistema fue de 12 horas al día con intervalos de encendido cada 2 horas durante 2 minutos.

Para la producción de FVH se utilizó semilla de maíz nacional (*Zea maíz*) y trigo (*Triticum aestivum L*). Se adaptó un protocolo para la desinfección de acuerdo con la metodología descrita por (Orozco et al., 2020). Se utilizó cloro al 10 % y una relación de 1 ml de cloro por cada litro de agua para un total de 20 ml con un tiempo de reposo de 5 minutos; se realizaron 3 lavados para eliminar exceso de cloro. Se determinó un periodo de imbibición de 24 horas con 2 recambios de agua. Se ubicó la semilla en zona de oscuridad durante 72 horas y se finalizó mediante la ubicación de semilla con una densidad de siembra de 400 gr/metro cuadrado de acuerdo con lo descrito por (Valdez et al., 2022). Se realizaron mediciones de peso del cultivo (gramos) y longitud (cm) de la raíz, y la hoja a partir momento en que estaban en las bandejas. El tiempo de siembra fue de 12 y 15 días para el trigo y el maíz respectivamente. Finalizado el periodo de crecimiento las muestras de FVHM y FVHT se sometieron a un proceso de sacado hasta obtener 100 gramos de MS, los cuales fueron analizados el Laboratorio de Reconversión Ganadera y Agroforestal de la Universidad Industrial de Santander, donde se determinó la composición nutricional del forraje.

4.3 Selección de unidades experimentales y tratamientos

Fase 1: Se utilizaron 18 animales mestizos (machos y hembras) destetos con un promedio de edad de 42 días. Todos los individuos fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo en jaulas de 0,80 * 0,60 * 0,45 m de acuerdo con las condiciones de bienestar establecidas para la producción cunícola (Damme et al., 2023). Los individuos fueron distribuidos al azar en tres tratamientos de alimentación para determinar su crecimiento en función del peso vivo (PV) durante la etapa ceba y su rendimiento en canal. Los tratamientos fueron T0: concentrado ad

libitum, T1: concentrado + 18% PV TVH (Trigo verde hidropónico) T2: Concentrado + 18% PV MVH. El alimento se distribuyó en 2 raciones diarias (am/pm) con un consumo diario de 300 gr por animal incluido el forraje verde y el concentrado. Se realizó seguimiento semanal a las variables productivas de: peso vivo (PV) y consumo (g). Durante las primeras 4 se desarrolló un periodo de acostumbramiento para determinar la palatabilidad y la transición de la dieta. Los datos de estas 4 semanas no se incluyeron en el análisis estadístico.

Fase 2: Para determinar el efecto de alimentación con especies aromáticas sobre la percepción de las personas en variables de calidad de carne de conejo, se utilizaron 9 unidades experimentales manejados bajo la misma dieta de concentrado durante 15 días previos al sacrificio y se utilizaron 3 tratamientos T1: Sin aromáticas; T2: 25 gr Kg⁻¹PV de orégano, T3: 25 gr Kg⁻¹PV Cilantro.

4.4 Beneficio y panel sensorial

El beneficio de los animales se realizó teniendo en cuenta las normas de bienestar animal descritas por León Betancur, (2023). Se dio un periodo de ayuno de 24 horas pre-beneficio, se realizó la insensibilización del animal con el método de golpe percutor en la cabeza (Bouza et al., 2022). Posterior se realiza el degüelle, desollé y el separado de vísceras blancas y rojas, y finalmente se llevó la canal a refrigeración a una temperatura de 4 °C durante 24 horas.

Posterior al proceso de maduración, según la metodología descrita por (Gutierrez , 2018) se utilizó la porción del muslo y la pierna de cada uno de los tratamientos, debido a que esta parte de la canal posee más contenido de carne, los cuales fueron sometidos a un proceso de cocción de 72 a 74°C durante 10 min con una relación de 0,02 gr de sal por cada

gramo de carne. Según lo descrito por (Castillo, 2022). Se realizó un panel sensorial con 28 personas cuyo criterio de inclusión fue no tener antecedentes de consumo de carne de conejo; este modelo se ejecutó en las instalaciones de la universidad industrial de Santander, bajo el marco sugerido de la NORMA TECNICA COLOMBIANA 3884.

4.5 Análisis estadístico

Las variables analizadas durante la fase de crecimiento fueron peso vivo (PV), ganancia diaria de peso (GDP), Consumo, y Peso al sacrificio (PVS). Para determinar el efecto de la inclusión de FVH en la dieta de los conejos se utilizó un modelo completamente al azar con una vía de clasificación y 3 niveles. Se realizó comparación de medias mediante el método de Tukey, y se trabajó con una confianza del 95%. Se analizó el rendimiento en canal de cada uno de los tratamientos y se analizaron a partir de los cortes de alto valor muscular. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS University® 2023.

Los resultados de la fase 2 (suplementación con aromáticas) se obtuvieron mediante un instrumento con variables cualitativas para comparar las muestras de carne con otros tipos de carne comercial. Se pasaron 4 muestras ciegas a los panelistas la cual correspondían a carne distribuidas así: Muestra 1: control (sin aromáticas), muestra 2: (Orégano 25g Kg^{-1PV}); muestra 3 (Cilantro 25g Kg^{-1PV}), muestra 4: Carne de pollo. Se realizó un análisis de frecuencias para determinar el grado de apreciación de la comunidad sobre las variables de calidad de la carne en cuanto al, sabor, textura, jugosidad y similitud con otras carnes. Los datos fueron graficados en el programa Microsoft Excel 2016®.

Resultados y discusión

Objetivo 1. Evaluar el desarrollo y la rentabilidad de diferentes cultivos hidropónicos destinados para la alimentación de conejos durante la etapa de ceba.

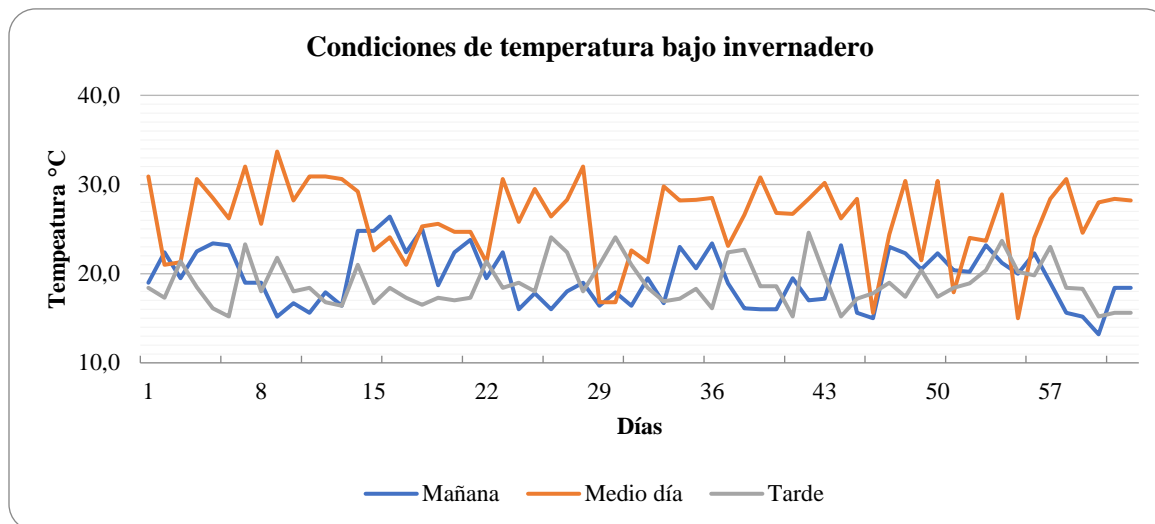
Como base para el funcionamiento y el desarrollo de cultivos de FVH y el establecimiento de unidades productivas de conejos se realizó seguimiento diario a los valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%HR) que se presentaron en las instalaciones de la unidad cunícola. Allí, se registraron temperaturas promedio $21,5\pm 0,1$ y humedades relativas de $78,9\pm 0,5$; sin embargo, durante la etapa del estudio, los datos para estas variables presentaron oscilaciones alcanzando días donde la temperatura fue cerca a los 30°C como se observa en la gráfica 1 y Humedades relativas que alcanzan hasta el 98% (ver figura 2).

De acuerdo con la literatura las condiciones ambientales óptimas para la cría de conejos oscilan entre $16-20^{\circ}\text{C}$ Matics et al., (2021) . Así mismo, los reportes mencionan que las condiciones ambientales ideales para el desarrollo de la hidroponía bajo sistema invernadero deben ser óptimas para obtener un rendimiento eficiente en la producción de biomasa y deben oscilar entre $16-27^{\circ}\text{C}$ y 70-80% respectivamente (Ahmed et al., 2023); sin embargo, Silva, (2021) reporta temperaturas entre los 20 a 25°C y humedad relativa cercanas al 60 % en la producción de forrajes.

El modelo utilizado coincide con la búsqueda de la optimización de los espacios, de acuerdo con otros estudios donde se indica que la producción de forraje en sistemas modulares representa un esquema popular en los países desarrollados y que los modelos más empleados son los invernaderos por su facilidad de uso y excelentes resultados(Ortiz et al., 2020).

Figura 1

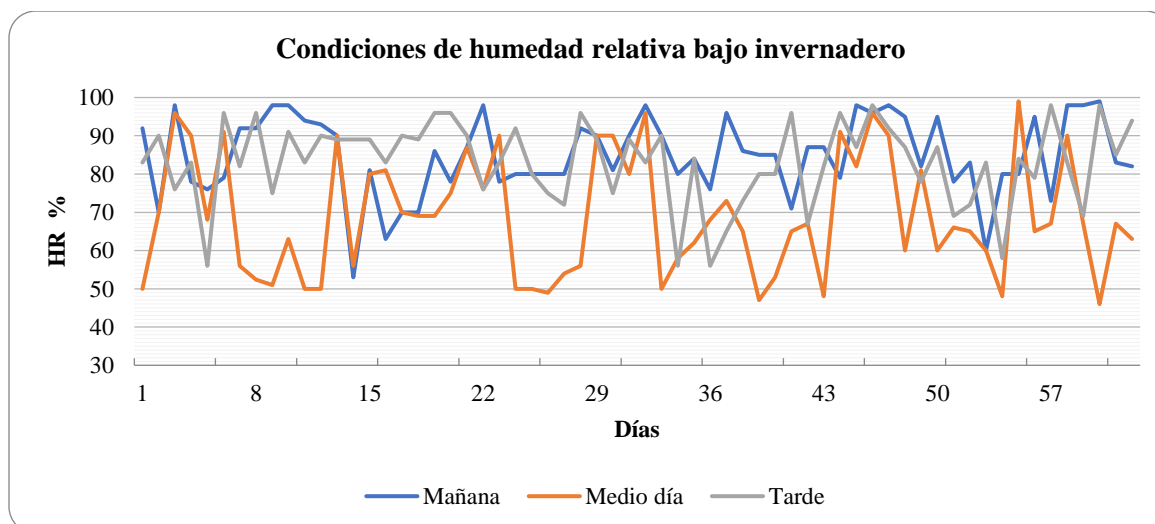
Condiciones de temperatura bajo invernadero



Nota. los datos fueron tomados con un termohigrómetro de la marca Xiaomi y estos fueron registrados a las 7 am, 1 pm y 5 pm durante el tiempo que duro el estudio.

Figura 2

Condiciones de humedad relativa bajo invernadero

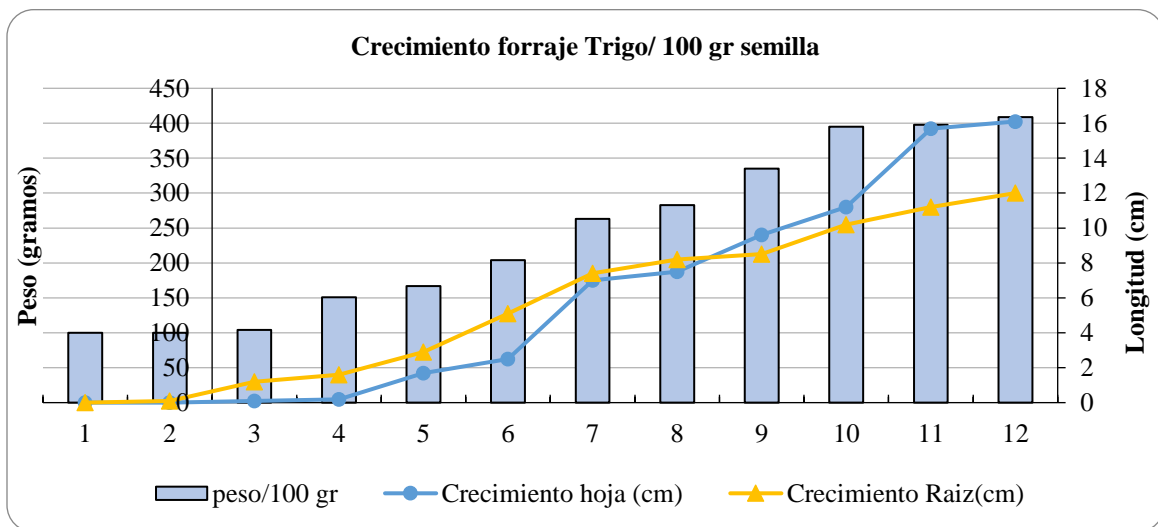


Nota. los datos fueron tomados con un termohigrómetro de la marca Xiaomi, y la información fue registrada a las 7 am, 1 pm y 5 pm respectivamente durante el tiempo de estudio.

Para el proceso de germinación de semillas en los sistemas hidropónicos se tuvo en cuenta la literatura expuesta por Arif et al., (2023) , donde referencia que se debe realizar el protocolo de desinfección y germinación de la semilla, sin embargo, para el presente estudio se implementó un modelo estandarizado para el proceso de desinfección y germinación de las semillas como (ver apendize1). Para analizar el crecimiento de los cultivos hidropónicos se tomaron medidas morfométricas de hoja (cm) y raíz (cm) de cada uno de cultivos los cuales se registraron en las gráficas 4 y 5 Se evidencio que el trigo tiene un mayor crecimiento y producción de biomasa en menor tiempo debido a que cuenta con un mejor desarrollo foliar durante su etapa.

Figura 3

Curva de crecimiento del forraje verde hidropónico del trigo



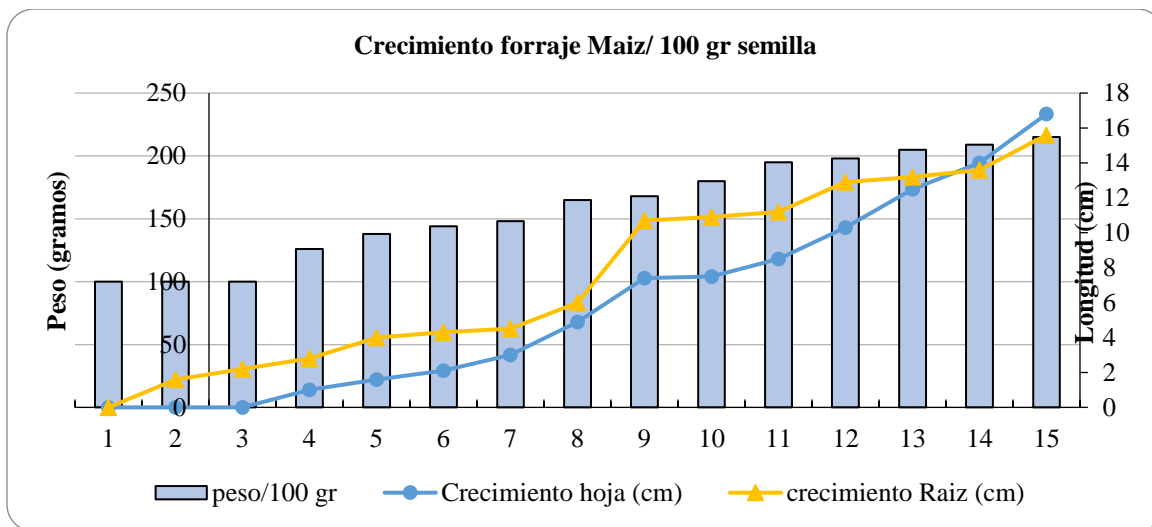
Nota. Crecimiento forraje Trigo/ 100 gr semilla

El desarrollo del cultivo hidropónico de trigo presentó resultados de crecimiento a partir del día 2, para el día 4 la longitud de hoja fue de 0,18 cm y la raíz presentó longitudes de 1,6 cm, resultados similares a los reportados por Bari et al., (2022) donde el trigo hidropónico a la misma fecha presentaba valores de 5,32 en raíz y 6,80 en hoja

El crecimiento de las hojas presentó una tendencia en aumento a partir del día 4 al 7, tomando como referencia que al día 7 las hojas midieron 7cm, en comparación con el estudio realizado por (Yang et al., 2022) dónde el crecimiento también fue en aumento paulatino, pero al día 7 presentaba valores de 11,98 cm de longitud en las hojas. Por otra parte, datos reportados por Cerrillo et al.,(2012). Enuncia que la producción de biomasa en trigo es de 7kg por metro cuadrado y que el crecimiento del trigo hidropónico tiene un ritmo acelerado a partir del día 6 al 12 lo cual concuerda con los resultados obtenidos con modelos de producción de forraje verde similares.

Figura 4

Curva del crecimiento de forraje verde hidropónico maíz



Nota. Crecimiento forraje maíz/100 g semilla

En la figura 4. Se puede evidenciar el crecimiento de la raíz y las hojas de FVH de maíz durante un tiempo de cultivo de 15 días; en el estudio realizado por Lozano et al., (2016) frente al desarrollo fisiológico de la planta en cuanto a crecimiento y producción de biomasa donde reportaron valores de crecimiento de hoja al día 15 de 21,7 cm. Así mismo, el estudio realizado por Friero et al., (2023) , menciona que el crecimiento de la raíz de maíz a partir del día 2 tiene un

crecimiento alto y que la temperatura ideal para un mejor crecimiento es de 30°C, acercándonos en el este estudio a dichas condiciones.

Por otra parte, recientes investigaciones buscan con fuentes de fertilización mejorar los resultados productivos del FVH de maíz; Moraes et al., (2023) evaluó la mejora en la producción de forraje utilizando calcio, alcanzando hojas al día 8 con una longitud de 9,57 cm, comparados con los datos de nuestro estudio al mismo día, pero con una longitud de 4,9 cm y al día 16 con un diámetro de 16,13 cm datos similares con la investigación con un valor de 16,8 cm pero a los 15 días similares, cabe aclarar que en el análisis nuestro no se empleó ningún tipo de nutriente para la planta. En investigaciones más recientes Syaidatina et al., (2023) reporta datos de longitud de la raíz al día 10 con longitudes de 9,93 cm datos que se correlacionan con esta investigación con un valor de 10,9 al mismo día de cultivo.

Para determinar la eficacia en la implementación de los sistemas de producción de FVH, se analizaron los costos en función de las materias primas y los rendimientos de las mismas.

Tabla 5

Costo de producción de materias primas por kg

Materia prima	Precio comercial	Rendimiento /kg*	Precio de producción
Concentrado	\$ 2.875	1	\$ 2.875
Trigo	\$ 3.000	6	\$ 500
Maíz	\$ 2.100	4	\$ 525

Nota. en la tabla se evidencian los costos de las diferentes materias primas utilizadas para el estudio y los diferentes rendimientos productivos, expresados en kilogramos de forraje verde. Fuente propia.

En la tabla 5 se puede evidenciar los costos de producción de las materias primas evidenciadas en el estudio donde se determina que un kilogramo de trigo comercialmente cuesta \$ 3000 y que este mismo tiene un rendimiento de 1:6 es decir que por un kilogramo de semilla sembrada se producen 6 kg de FVH el cual tiene un costo de producción de \$ 500 por kilogramo, en comparación del maíz que cuesta \$2100 y tiene un rendimiento productivo de 1:4 y producir un kg de FVH me cuesta \$525 pesos. De otro modo en la tabla 6 se puede observar los costos de alimentación por animal de los diferentes tratamientos durante el tiempo de estudio, proyectando el uso de FVH como sustituto la alimentación en conejos reduciendo los costos de producción y una alternativa eficiente a la hora de generar una rentabilidad en cuanto a costos de producción.

Tabla 6

Costos de alimentación por tratamiento durante 60 días de estudio

Tratamientos	Consumo /día animal gr	Costo animal/día	Costo T animal	Peso final Animal	\$ kg conejo
Concentrado 100%	287,77	\$ 825	\$ 49.500	2712	\$ 18,252
Concentrado + 18%PV- F.V.H. T	269,76	\$ 229	\$ 13.793	2376	\$ 5,805
Concentrado +18%PV- F.V.H.M	328,86	\$ 283	\$ 17.009	1987	\$ 8,560

Nota. Fuente propia

El análisis bromatológico realizado al FVH de maíz y trigo se presentan en la tabla 7. Se evidencia las características nutricionales de forraje verde hidropónico de trigo en un tiempo de cultivo de 12 días alcanzó valores de proteína de 29,54 % y energía de 4262,07 kcal/kg lo que permite que el animal obtenga mejores ganancias de peso, de acuerdo con el estudio realizado por Alayo, (2023) el trigo hidropónico en diferentes tiempos alcanza valores de proteína cruda del 13 al 20 % y materia seca de 12 a 20 % respectivamente.

Tabla 7*Composición nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y maíz*

Composición Nutricional	Unidad	Trigo	Maíz
Materia seca (M.S)	%	12,18	10,23
Contenido de cenizas	%	3,74	2,32
Nitrógeno	%	4,73	1,87
Proteína*	%	29,54	11,67
Fibra detergente neutra (FDN)	%	40,81	27,11
Fibra en detergente acida (FDA)	%	22,61	9,83
Lignina	%	1,9	0,91
Extracto etéreo	%	3,41	3,75
Energía	kcal/kg	4262,07	4252,77

Nota. El contenido de proteína fue calculado en función del método de Kjeldahl.

Según datos reportados por (Castillo et al., 2013) el porcentaje de proteína cruda del trigo a un tiempo de cultivo de 12 días oscila en 33,38 datos por encima comparados con los resultados obtenidos con valor de 29,54%. Así mismo, desde el año 2008 se han venido realizando investigaciones donde se describe que el aporte de calcio, fósforo, hierro y zinc pueden alcanzar valores de 0,102%, 0,48%, 213ppm y 35 ppm, respectivamente en forrajes verdes hidropónicos (López, 2021).

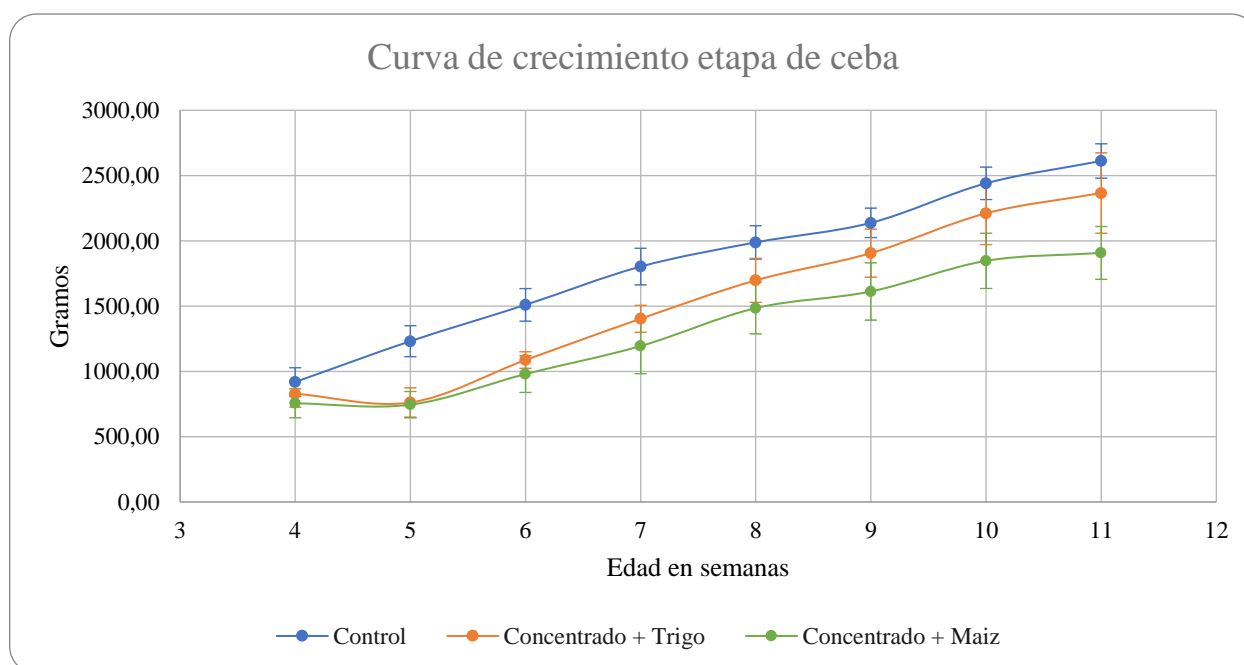
Para valores como la lignina en forrajes para alimentación animal existen reportes de FVH que alcanzan 7% (Arias et al., 2019), los cuales son altos cuando se trata de alimentar animales monogástricos, y los cuales son mejores para los resultados obtenidos donde los FVH de maíz y trigo estuvieron por debajo de 2%.

Objetivo 2. Determinar el efecto de la inclusión de forrajes verdes hidropónicos como fuente de alimentación sobre el crecimiento de conejos durante la etapa de ceba.

Los datos de crecimiento a partir del día 45 momento de inicio de la etapa de ceba en los conejos y hasta el día 105 se presentan en la figura 6. Posterior a la etapa de acostumbramiento, las unidades experimentales iniciaron la etapa de ceba con pesos promedio de $919,20 \pm 420,72$ g, $829,25 \pm 360,64$ g y $755,80 \pm 6,02$ g, para los tratamientos T0, T1, y T2. En la figura 5, se puede ver el comportamiento del peso vivo de los diferentes tratamientos durante el desarrollo de la investigación.

Figura 5

Curva de crecimiento post destete diferentes tratamientos



Nota. el aumento peso expresado en gramos durante las 8 semanas de estudio.

El uso de FVH ha sido recomendado dado su respuesta productiva en el crecimiento animal, diversos autores mencionan que el uso de FVH tiene un efecto en los parámetros productivos tanto en monogástricos como en rumiantes al presentar mayores valores en ganancia de peso como en conversión alimenticia debido a que en este tipo de materias de alimentación el contenido de proteína y energía es mejor y más asimilable por el animal según (Narvaez et al., 2021), así como un mayor porcentaje de producción de biomasa en función del tiempo (Jemimah et al., 2020). Sin embargo, otros reportes muestran que el uso exclusivo de FVH no son una buena alternativa para la alimentación de conejos, dados el desbalance de aminoácidos y energía que pueden llegar a necesitar alcanzando ganancias diarias de peso de 6,8 g (Andrade et al., 2022). La estrategia de suplementar el 18% PV en FVH permitió alcanzar ganancias diarias de peso de 34,3g mientras se mantenía una base de concentrado de 40 g de concentrado por animal.

En la alimentación basada en concentrado Cabrera et al., (2019) se reportan hasta 29,1 g de ganancia de peso día⁻¹, mientras que el tratamiento control (T0) alcanzo una ganancia diaria de peso promedio de 30.2 gr día Poveda et al., (2020), reportan que la inclusión del 100% de concentrado en la dieta el conejo tiene una mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y datos que se puede evidenciar en nuestro estudio.

Aunque el concentrado comercial presentó los valores más altos, otros estudios con el uso de rastrojo de maní durante el levante de conejos, alcanzó valores de ganancia de peso cercanos a 33,6 g (Leyva Cambar et al., 2009) o el uso de cebada hidropónica en conejos nueva Zelanda con ganancias diarias de peso iguales 23,60 g. Mohsen1 et al., (2017). (Paweł et al.2017), (Rueda, 2023).

En la tabla 8, se presentan los cambios de peso de cada uno de los tratamientos. En la semana 4 momento de inicio de registro de los datos no se presentaron estadísticas significativas

entre los tratamientos ($p=0.0992$), sin embargo, a partir de la semana 5 y hasta la semana 9, el tratamiento control con concentrado presento mayores valores de peso vivo frente al tratamiento de FVH de maíz y trigo.

Tabla 8

Crecimiento durante la ceba en los 3 tratamiento de alimentación

EDAD SEMANAS	4	5	6	7	8	9	10	11
T0: 100 % Concentrado	919,20 ± 109,02	1231,60 ± 118,66 ^a	1510,00 ± 124,87 ^a	1803,20 ± 140,51 ^a	1988,60 ± 127,55 ^a	2138,40 ± 112,95 ^a	2441,00 ± 124,57 ^a	2612,00 ± 131,42 ^a
T1: 40gr C+18%PVFVH T	829,25 ± 102,22	762,00 ± 111,74 ^b	1087,25 ± 63,15 ^b	1403,50 ± 103,00 ^b	1697,75 ± 168,70 ^b	1906,50 ± 183,77 ^b	2211,25 ± 239,60 ^a	2366,25 ± 307,17 ^a
T2:40gr C +18%FVHM	755,80 ± 111,03	745,20 ± 100,97 ^b	980,00 ± 140,82 ^b	1194,40 ± 211,50 ^b	1485,20 ± 198,11 ^b	1612,60 ± 218,63 ^b	1847,00 ± 211,65 ^b	1908,00 ± 202,29 ^b

Nota. ^{a, b} Letras diferentes representan diferencias estadísticamente ($p<0,05$).

Durante las últimas 2 semanas del experimento los pesos de las unidades experimentales de T0 y T1 fueron iguales estadísticamente, haciendo el trigo una fuente alternativa en el manejo de la dieta de los conejos. Los valores de peso final a una edad de 105 días momento en que termino la etapa de ceba oscilaron entre $2612,00 \pm 131,42^a$, $2366,25 \pm 307,17^a$, $1908,00 \pm 202,29^b$, para los tratamientos utilizados. Estudios en conejos Nueva Zelanda reportaron pesos finales en la etapa de ceba previo al faenado y alimentados con concentrado iguales a $2627,87$ g, datos similares a los obtenidos, en tratamientos con suplementación de maíz hidropónico donde se reemplazó el 40% y se obtuvieron peso de 2195 g, y con reemplazos del 60% del concentrado por FVHM se alcanzaron pesos finales de 1855 Guio, (2021), estos datos concuerdan con nuestros resultados evaluando que el forraje verde hidropónico de maíz no supe los requerimientos proteicos necesarios en los animales, en comparación con el FVH de trigo que tiene un mayor

contenido de Proteína. De acuerdo con el estudio realizado por (Leyva et al., 2012), durante el cambio de dietas alternativas para la alimentación de conejos dentro del aporte de proteínas es importante el aporte de glicina como aminoácido limitante en la dieta de conejos y el cual, no es suplido con el forraje verde hidropónico.

Objetivo 3. Evaluar el efecto de la inclusión de especies aromáticas sobre el rendimiento en canal y la palatabilidad de la carne de conejos mediante un panel sensorial.

Se realizó una evaluación de las características de la canal de los diferentes tratamientos empleados en el estudio (TO= sin aromáticas) , (T1) (Orégano 25g Kg^{-1PV}) (T2) (Cilantro 25g Kg^{-1PV}) en cuanto a las variables productivas de interés zootécnico como es peso vivo, rendimiento en canal, y cortes con mayor contenido de musculo como lo es la costilla, lomo, brazos y piernas, y los productos alternativos para su aprovechamiento en el consumo como es la sangre, las vísceras blancas, rojas u otros para el aprovechamiento artesanal como la cabeza, vísceras y los carpos y tarsos, tal y como se observa en la tabla 9.

Los datos presentan estadísticos descriptivos de media y error estándar dado el bajo número de unidades experimentales, sin embargo, los datos sin importar el tratamiento coinciden con los reportados por (García et al., 2023), donde los rendimientos en canal de conejos suplementados con fuentes alternativas alcanzan valores entre 48,4 y 52,3%, y pesos al sacrificio cercanos a los 2000 gr. Uno de los subproductos que aun con un bajo peso puede ser alta rentable es la piel de conejos y la cual alcanzo pesos de 175 hasta 230 gramos, pesos más bajos a los obtenidos por (García et al., 2023) donde esta ítem supero los 295 gramos.

Tabla 9

Rendimiento y características de la canal de conejos alimentados con diferentes fuentes alternitas de alimentación

Tratamiento		Unidad	CONTROL	T1: Orégano	T2: Cilantro
Sexo					
	Peso Vivo	Gr	2062,0 ± 478,00	2297,5 ± 152,03	2103,5 ± 4,95
	Peso Canal Caliente	Gr	1047,50 ± 244	1145,00 ± 28,28	1015,00 ± 21,21
	Rendimiento canal	%	50,79 ± 0,06	49,91 ± 2,07	48,25 ± 0,89
Carne	Costillas	%	11,75 ± 1,91	12,80 ± 0,99	12,25 ± 0,92
	Lomo	%	16,50 ± 1,98	15,70 ± 1,56	16,60 ± 0,28
	Brazos	%	9,35 ± 1,20	7,95 ± 0,35	8,55 ± 0,64
	Piernas	%	13,95 ± 0,07	14,50 ± 0,85	14,15 ± 1,20
Otros	Peso sangre	%	1,75 ± 0,78	2,15 ± 0,49	2,20 ± 0,28
	Vísceras blancas	%	18,50 ± 1,56	18,10 ± 0,28	19,50 ± 0,71
	Vísceras rojas	%	4,90 ± 0,42	4,70 ± 0,42	4,65 ± 0,49
	Piel	%	10,10 ± 0,42	10,65 ± 1,77	9,50 ± 0,99
	Cabeza	%	9,90 ± 0,42	9,35 ± 0,64	8,80 ± 0,28
	Carpos/Tarzos	%	3,40 ± 0,14	4,15 ± 0,21	3,80 ± 0,00

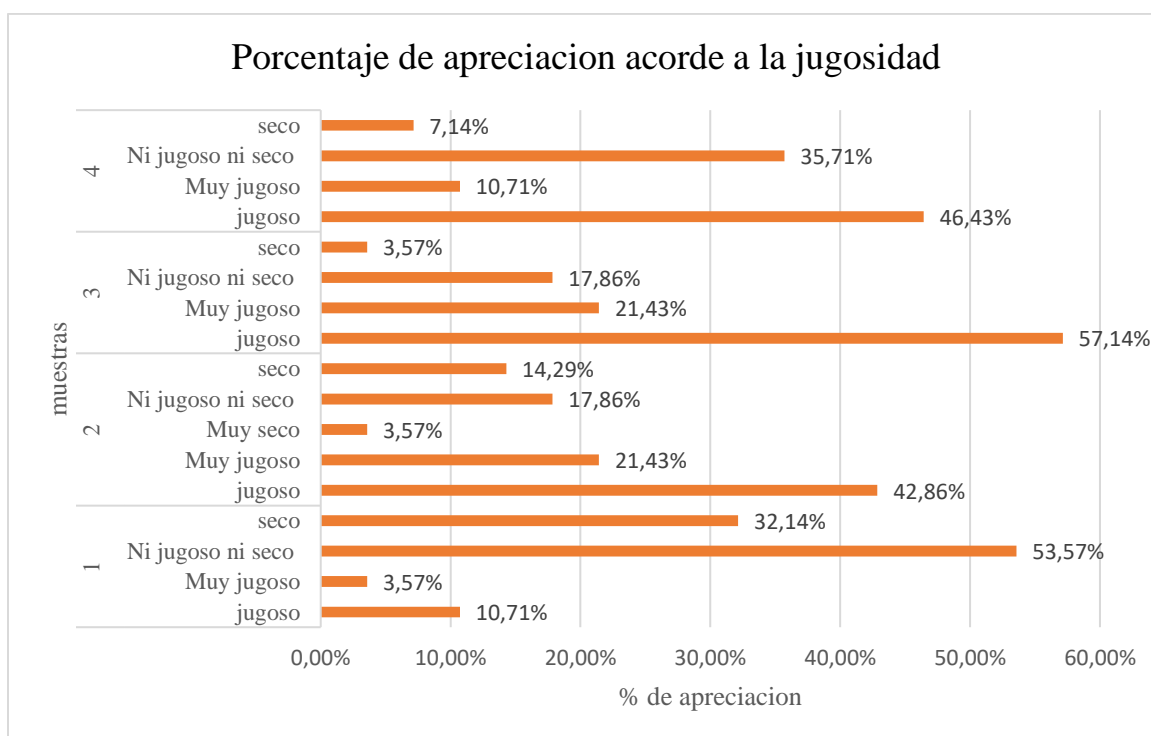
Nota. En esta tabla se puede evidenciar el rendimiento en canal de los diferentes tratamientos y su efecto en el peso final mediante la suplementación de plantas aromáticas.

Una vez analizados los datos de rendimiento en canal, y como parte del objetivo el análisis de variables de calidad de la carne como el, sabor, textura, aroma y jugosidad los resultados de percepción durante el panel sensorial se presentan en las figuras 6,7,8 y 9, partiendo del efecto descrito para el uso de especies aromáticas. Volek et al., (2018). Menciona que el uso de plantas aromáticas en conejos de engorde estimula el crecimiento y le da mejores características organolépticas en la carne, como color, sabor, textura las cuales fueron incluidas en este estudio, así como, propiedades importantes como una mejor maduración y fuerza de corte; otros estudios

reportan que el peso de animales suplementados con orégano con inclusiones cercanas a 0,5% por cada kilogramo de peso vivo llegó a valores promedio de 1120g en carcasa, cercanos a los obtenidos en este estudio con 1145 g. (Guido, 2019). Así mismo, Abdelsalam & Fathi, (2023) afirma que la inclusión en la dieta de plantas aromáticas mejoran el apetito en el animal, y le dan a la carne una mayor jugosidad y sabor.

Figura 6

Porcentaje de apreciación acorde a su jugosidad



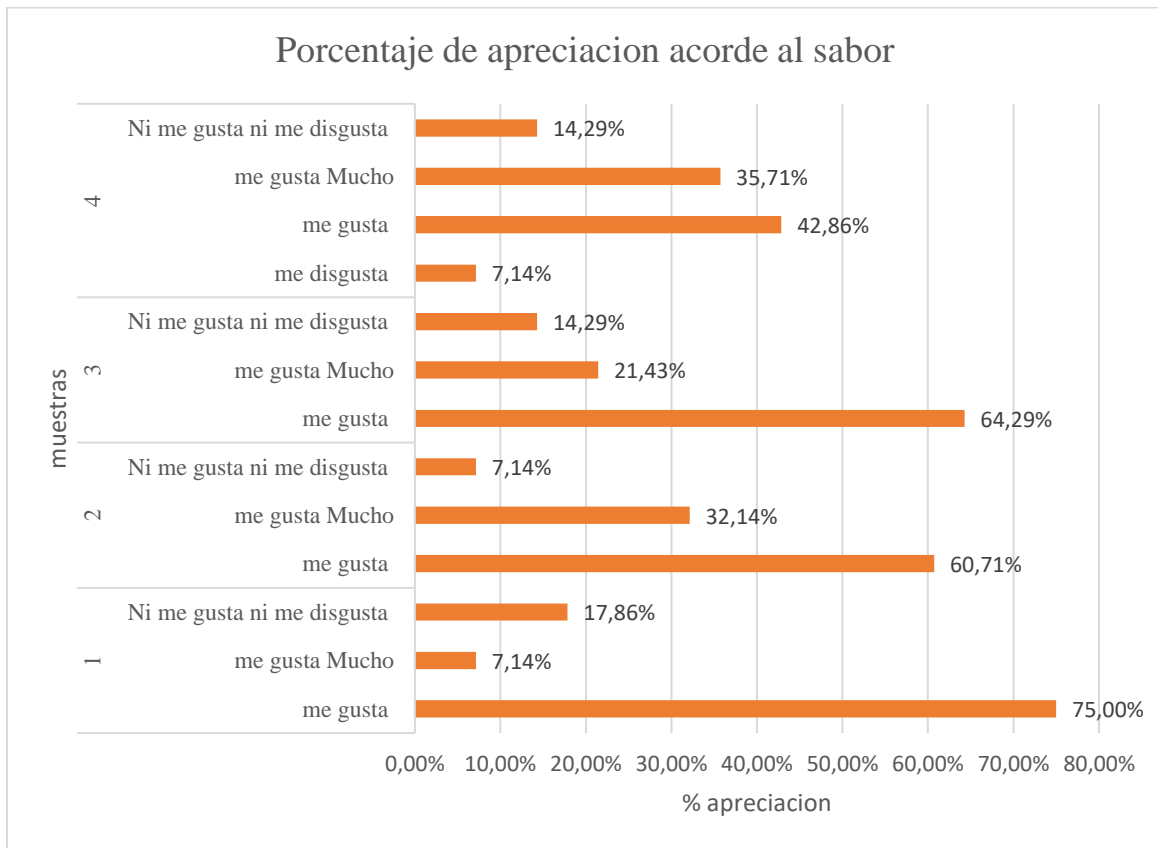
Nota. Porcentaje de apreciación acorde a la jugosidad

En la figura 6 se puede observar el porcentaje de apreciación por parte de los panelistas en cuanto a la jugosidad de la carne de los diferentes tratamiento; en el caso de la muestra 3 el porcentaje de jugosidad fue de 57,14 % (jugosa) y 21,43 (muy jugosa) y muestra 2 mostró valores de 42,86% (jugosa) y 21,43% (muy jugosa) la cual correspondía a muestras de carne de animales

alimentados con una suplementación de aromáticas de cilantro y orégano respectivamente, valores muy superiores a los obtenidos para las muestras de sin aromática. Estudios realizados por romero, (2023),determinaron que la inclusión de orégano en la dieta de conejos en crecimiento mejora el índice de consumo, cambiando su jugosidad debido a que la suplementación con este tipo de planta la carne tiene mayor retención de agua esto sucede por las propiedades naturales con las que cuenta la misma.

Figura 7

Porcentaje de apreciación del sabor



Nota. Porcentaje de apreciación acorde al sabor.

la suplementación de plantas aromáticas en la dieta de conejos en crecimiento mejora el contenido de proteína, sirven como promotor antioxidante y hace que la carne obtenga un mejor

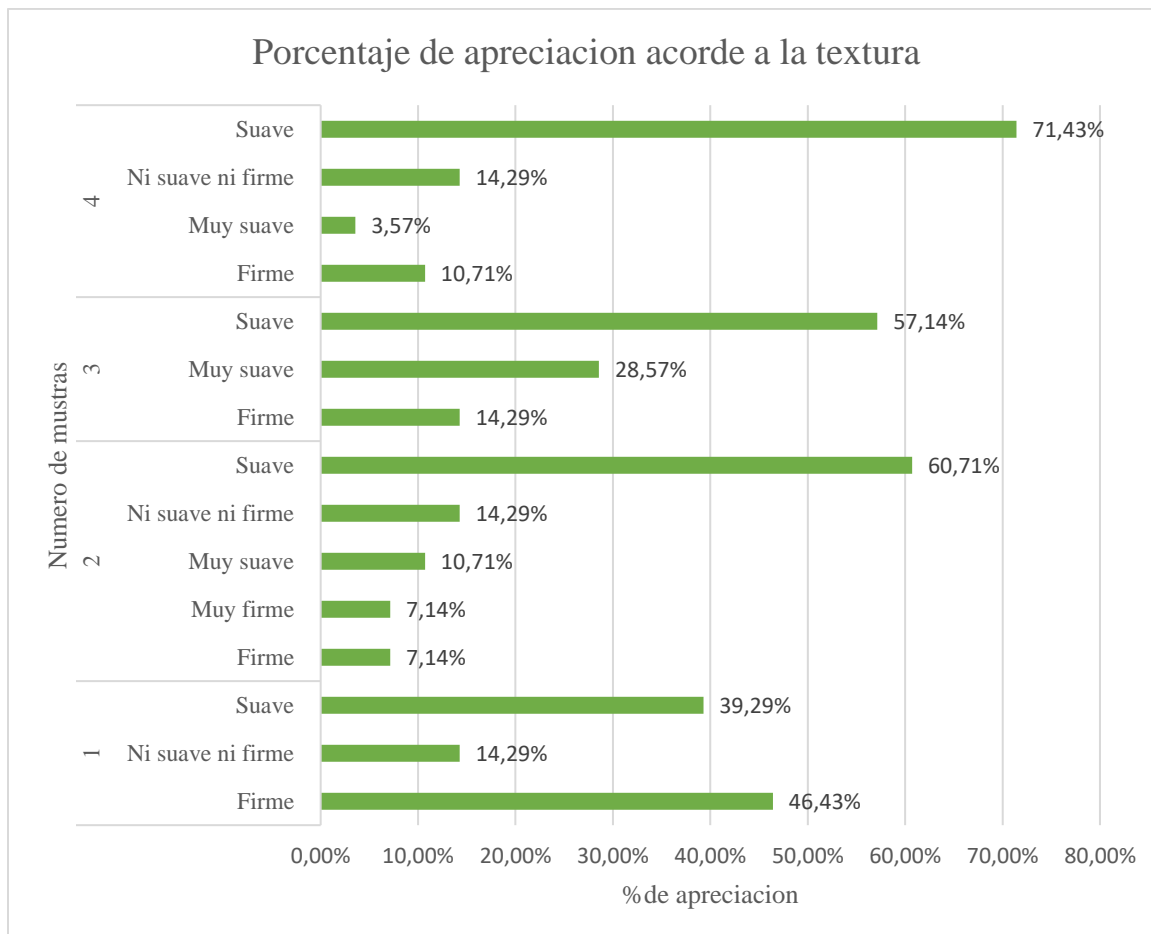
sabor a la hora de ser consumida. (Dalle et al., 2014) ,de acuerdo con los datos de nuestro estudio nos dice que incluir este tipo de plantas ayudan a mejorar el sabor de la carne como se puede apreciar en la muestra 3 con un valor de 64,29 que conto con una suplementación de cilantro y mejoro significativamente las características de sabor con un 71,43% de panelistas con respuestas de me gusta y me gusta mucho.

Según Cruz et al., (2018) en su estudio de panel sensorial con carne de conejo suplementado con plantas aromáticas mejoro las características organolépticas de la carne como textura, sabor, olor y de otra forma un mejor porcentaje de apreciación en el consumidor.

Estudios realizados por (Gutierrez, 2018) en su evaluación sensorial determino que la inclusión de plantas aromáticas en la dieta de conejos en etapa de ceba como el tomillo mejoro la textura de la carne mostrando un mayor grado de aceptación por los consumidores evaluados.

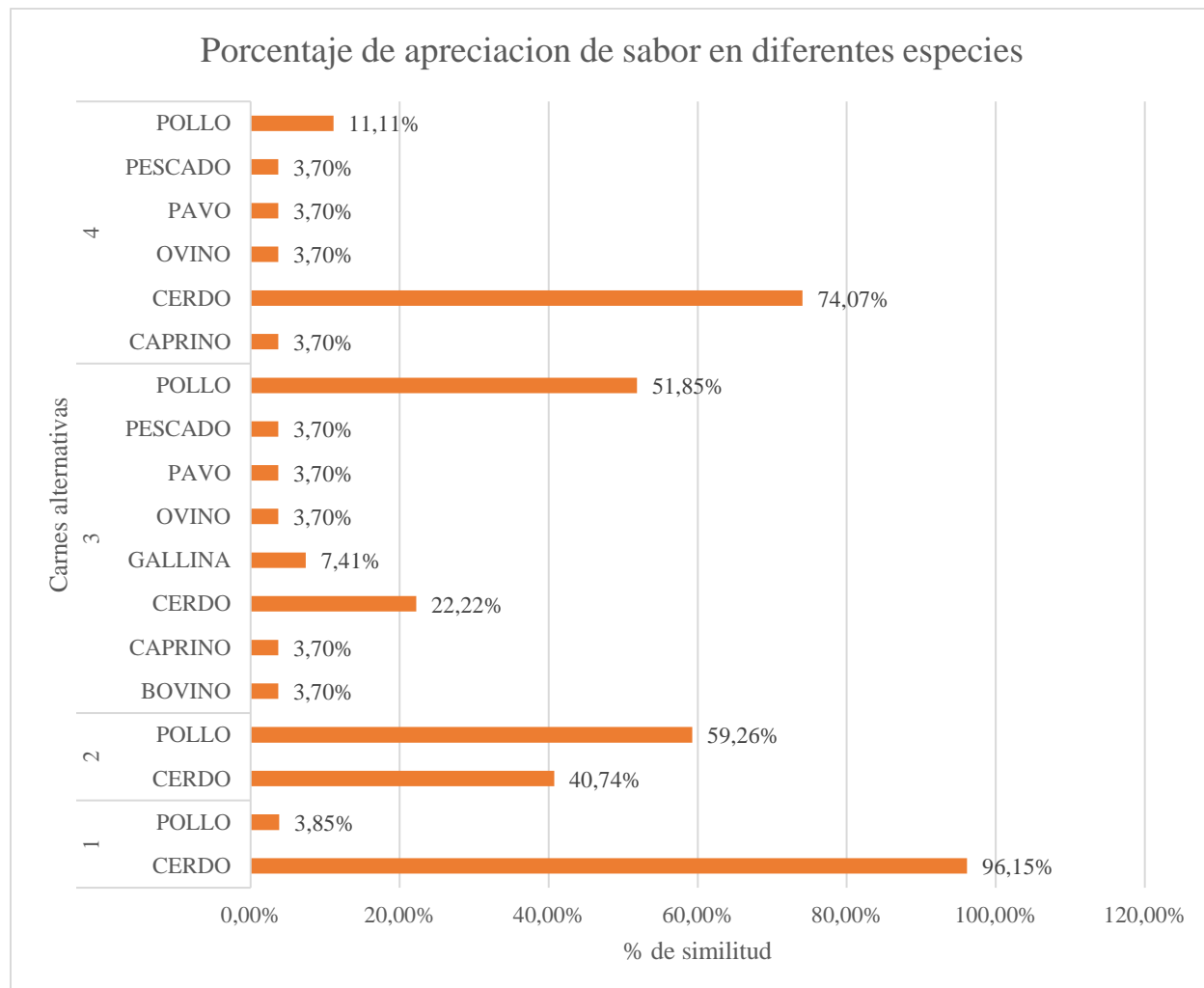
Según (Villa et al., 2016) en su estudio realizó un cabo diversos análisis en la carne de conejo alimentada con ensilajes. Este estudio reveló que la textura de la carne es un factor de calidad de suma importancia y está influenciada por varios factores como lo son raza, edad, cadena de frio.

De otro modo según lo reportado por Cantarero et al., (2021), es relevante destacar que la edad es uno de los factores más significativos que inciden en la textura de la carne. Los conejos más jóvenes, que poseen una menor cantidad de tejido conectivo y músculos en desarrollo, tienden a producir carne con una textura más suave valores que se asimilan a los reportados en nuestro estudio con animales de una edad de 105 días al sacrificio y se evidencia en una mejor textura de la carne.

Figura 8*Porcentaje de apreciación de textura*

Nota. porcentaje de apreciación acorde a la textura.

Otros autores como pino, (2023) indicaron que la suplementación en conejos en etapa de levante con promotores de crecimiento como el orégano (*Origanum vulgare*) y el jengibre (*Zingiber officinale*) sirven como coayudante en la mejora de los parámetros productivos como lo son mayor índice de consumo, conversión alimenticia, características propias de la canal como color, sabor, jugosidad, textura.

Figura 9*Porcentaje de apreciación del sabor por especie*

Nota. porcentaje de apreciación acorde a similitud de sabor con otras carnes

Los datos obtenidos en la anterior grafica se obtuvieron mediante una encuesta a cada uno de los panelistas evaluados asi se pudo determinar cuál era el grado de similitud con la carne de otras especies.

Según Insuasty-Santacruz et al., (2018) la inclusión de plantas aromáticas en la dieta de conejos mejora las propiedades organolépticas de la carne como el color, sabor, olor textura datos

que concuerdan con nuestro estudio que al incluir aromáticas en la dieta de los animales se mejoran las propiedades de la canal y la carne. Zepeda et al., (2023), mencionan que el uso de aromáticas en la etapa de levante y engorde en conejos mejoran la calidad de la carne y la canal datos que se asimilan con nuestro estudio como se puede evidenciar el porcentaje de apreciación de sabor en la muestra 3 de nuestro experimento. (Herrera et al., 2018), reportan que la adición de plantas aromáticas a la dieta de conejos de engorde ayuda a un mejor crecimiento, y mejoran significativamente las características de la canal es así que en nuestro estudio se puede observar que los tratamientos 2 y 3 que fueron suplementados con aromáticas muestran un porcentaje de apreciación alto por parte de los panelistas evaluados y nos indican que estas muestras presenten una textura suave.

En la figura 9, se puede observar el porcentaje de similitud de la carne de conejo con otras carnes alternativas y se puede evidenciar que esta tiene una mayor similitud a la carne de cerdo y de pollo, esto se debe a la similitud del color, marmóreo, y características organolépticas. Se evidencio que la inclusión de especies aromáticas en la dieta solida de conejos con de oregano y cilantro generó un efecto sobre las variables de color, sabor y textura en la carne de conejo; otros estudios han demostrado que existen otras formas de suplementación las cuales tiene efecto sobre la calidad final de la carne. (Cortéz, 2017) ,encontró que conejos suplementados con infusiones de tomillo como especie aromática afectaron la carne tornándola de un color pálido a un color grisáceo cambiando su consistencia y suavidad, siendo más apetecida por los consumidores; otras especies aromáticas como el cilantro genero cambios en sabor y el orégano y la hierbabuena afecto el olor haciendo las más agradable.

Conclusiones

El desarrollo de cultivos de forraje verde hidropónico es una fuente de alimentación viable para la alimentación de animales, sin embargo, no son un sustituto de un concentrado comercial dados la diferencia composicional de aminoácidos como la lisina los cuales son indispensables en la dieta. El análisis de costos y los volúmenes de producción lo hacen un sistema interesante.

El forraje verde hidropónico de trigo resulto ser una alternativa eficiente en la alimentación de conejos en etapa de ceba debido es un alimento de alto valor nutricional, con una producción de biomasa de 12kg por metro cuadro y muy palatable lo cual facilita su consumo presentando diferencias significativas de ($p < 0,05$) lo cual nos indica que la alimentación en conejos con trigo hidropónico es una eficiente fuente de alimentación en conejos en etapa de ceba. Comparado con la inclusión de maíz y concentrado comercial la cual resulto ser menos eficiente debido a que el forraje presento una menor calidad nutricional y menos aprovechamiento por parte de los animales.

En términos de eficiencia alimentaria y calidad organoléptica de la carne de conejo resulto ser esencial la inclusión de plantas aromáticas en la dieta como el orégano ya que ayuda no solo a aumentar en consumo en los animales, sino que además ayudan a que la carne tenga mejores cualidades debido a las propiedades medicinales y antioxidantes que contiene este tipo de plantas. En cuanto a los tratamientos suministrados con plantas aromáticas el T3: 25 gr Kg⁻¹PV de cilantro resulto ser más eficiente en cuanto a propiedades organolépticas de la carne como sabor, jugosidad, textura.

Recomendaciones

Se recomienda en próximas investigaciones utilizar fuentes alternativas de fertilización para el forraje verde hidropónico como el humus líquido de lombriz con el propósito de aumentar la calidad nutricional del forraje y la producción de biomasa, así como, controlar las condiciones ambientales ideales para la cría de conejos con la finalidad de evitar mortalidades, bajos índices de consumo los cuales pueden afectar los parámetros productivos y la salud de la especie.

En próximos estudios se sugiere hacer pruebas de germinación en semillas y mediciones constantes de tallo y raíz de los diferentes forrajes con el fin de determinar los diferentes ciclos productivos de la planta y en qué momento la misma tiene crecimiento acelerado en su desarrollo.

En cuanto inclusión de plantas aromáticas en la dieta de los animales se recomienda suministrar este tipo de alimentos después de la etapa de destete para que el animal tenga mayor índice de consumo y así se mejore aún más las propiedades en la carne. De otro modo se hace necesario hacer análisis bromatológicos de las mismas para así conocer más a fondo sus contenidos de aminoácidos.

Referencias bibliográficas

(DANE). (2019). *cifras de produccion carne ovina* .

Abdelsalam, M., & Fathi, M. (2023a). Improving productivity in rabbits by using some natural feed additives under hot environmental conditions - A review. In *Animal Bioscience* (Vol. 36, Issue 4, pp. 540–554). Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0354>

Abdelsalam, M., & Fathi, M. (2023b). Improving productivity in rabbits by using some natural feed additives under hot environmental conditions - A review. In *Animal Bioscience* (Vol. 36, Issue 4, pp. 540–554). Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0354>

Aguilera, Bernardo., & Lecaros, Juan Alberto. (2019). *experimentacion biomedica*.

Ahamed, M. S., Sultan, M., Shamshiri, R. R., Rahman, M. M., Aleem, M., & Balasundram, S. K. (2023a). Present status and challenges of fodder production in controlled environments: A review. In *Smart Agricultural Technology* (Vol. 3). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100080>

Ahamed, M. S., Sultan, M., Shamshiri, R. R., Rahman, M. M., Aleem, M., & Balasundram, S. K. (2023b). Present status and challenges of fodder production in controlled environments: A review. In *Smart Agricultural Technology* (Vol. 3). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100080>

Alayo, T. S. (2023). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA “PRODUCCIÓN DE TRIGO (Triticum aestivum) VERDE ‘SUPERFOOD’ (WHEATGRASS)” TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO.*

- Andrade, V., Bernabé, I., Lema, M., Acosta, & Chávez, D. (2022). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL *Oryctolagus cuniculus* EN CRECIMIENTO ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE FVH DE MAÍZ EN BOSQUES DECIDUOS DE TIERRAS BAJAS. *Revista de Investigación Talentos*, 9(2), 53–64.
<https://doi.org/10.33789/talentos.9.2.169>
- Arias, R. O., Muro, M. G., Marino, B., Trigo, M. S., Boyezuk, D., & Cordiviola, C. Á. (2019). Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruzas criollas x Nubian. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 118(1), 137–144.
<https://doi.org/10.24215/16699513e013>
- Arif, M., Iram, A., Fayyaz, M., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Al-Akeel, K. A., Swelum, A. A., Alhimaidi, A. R., Ammari, A., Naiel, M. A. E., & Alagawany, M. (2023). Feeding barley and corn hydroponic based rations improved digestibility and performance in Beetal goats. *Journal of King Saud University - Science*, 35(2).
<https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102457>
- Baena, E. (2021). *Análisis Del Estado Del Arte Del Internet De Las Cosas Aplicado A Cultivos Aeropónicos E Hidropónicos A Nivel Nacional E Internacional Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Unad Escuela De Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería Ibagué 2021*.
- Baracaldo, R., Torres, M., & Grajales, H. (2022). Behaviour of the population structure and performance indicators in sheep production systems in Colombia. *Revista MVZ Cordoba*, 27.
<https://doi.org/10.21897/rmvz.2575>
- Bari, M., Islam, M., Islam, M., Habib, M., Sarker, M., Sharmin, M., Rashid, M., & Islam, M. (2022). Changes in morphology, nutrient content and production costs of hydroponic wheat

- as fodder. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 51(2), 68–80. <https://doi.org/10.3329/bjas.v51i2.60498>
- Bhatt, R. S., Sarkar, S., Sharma, S. R., & Soni, A. (2023). Use of Moringa oleifera leaves (sole or combined with concentrate) in rabbit feeding: Effects on performance, carcass characteristics and meat quality attributes. *Meat Science*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109108>
- Birolo, M., Xiccato, G., Bordignon, F., Dabbou, S., Zuffellato, A., & Trocino, A. (2022). Growth Performance, Digestive Efficiency, and Meat Quality of Two Commercial Crossbred Rabbits Fed Diets Differing in Energy and Protein Levels. *Animals*, 12(18). <https://doi.org/10.3390/ani12182427>
- Blanco, L., Colque, H., & Rosales, M. (2019). *Producción de forraje verde hidropónico versus geopónico de cebada (Hordeum vulgare L.) en ambientes controlados*.
- Bouza, L., Rodríguez, J., Muñoz, L., & Warren, J. (2022). *Elaboración de procedimiento para la inspección ante mortem, post mortem y criterios de decomiso para carne de conejo*.
- Cabrera, L., Álvarez, A., Casanovas, E., & Rodríguez, R. (2019). PARTIAL REPLACEMENT OF THE CONCENTRATE BY DEHYDRATED FLOUR FOLIAGE OF TITHONIA DIVERSIFOLIA AS AN ALTERNATIVE IN THE FATTENING CUBAN PARDO RABBITS CEBA DE CONEJOS CUBANO. In *Revista Científica Agroecosistemas* (Vol. 7, Issue 3).
- Calderon, V., Castaño, M., & Velásquez, V. (2021). Efecto de la suplementación con forrajes arbustivos sobre el desempeño productivo de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). *Revista Politécnica*, 17(34), 30–38. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n34a2>

- Cantarero, M., Angón, E., Peña, F., & Perea, J. (2021). Sección: Artículos de investigación Una aproximación a las características de la canal y de la carne de conejos de raza Nueva Zelanda Una aproximación a las características de la canal y de la carne de conejos de raza Nueva Zelanda An approach to the characteristics of the carcass and meat of New Zealand breed rabbits Uma abordagem às características da carcaça e da carne de coelhos da raça Nova Zelândia. *CIENCIA VETERINARIA*, 24. <https://doi.org/10.19137/cienvet202224102>
- Carmona, F., Poblete, C., & Pizarro, A. (2011). *Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial* *Productive response of rabbits fed with green hydroponic oats forage as partial replacement of commercial concentrate*. <https://doi.org/10.03.11>
- Castillo, F., Moreno, E., Magaña, ,E, & Gómez, J. (2013). Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso en borregos. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 19(4 SPEC.), 35–43. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.020>
- Castillo, O. (2022). Determinants of the Primary Supply of Cattle for Fattening in the Department of Córdoba, Colombia. *Lecturas de Economía*, 96, 279–314. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n96a343891>
- Castillo, P. (2022). *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN CARNE DE CONEJO, PRODUCIDA EN LA REGIÓN DE ÑUBLE, CON DIFERENTES MÉTODOS DE COCCIÓN.*
- Cedeño, j, & Hurtado, R. (2020). *Factibilidad del diseño de una cadena productiva dedicada a la cunicultura en la ciudad de Tuluá – valle.*

- Cerisuelo, A., & Calvet, S. (2020). Feeding in monogastric animals: A key element to reduce its environmental impact. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 116(5), 483–506. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.039>
- Cerrillo, A., Juárez, A., Guerrero, M., Cerrillo, M., Rivera, J., Ramírez, H., & Bernal, R. (2012). *PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y VALOR NUTRICIONAL DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y AVENA* (Vol. 37).
- Chitithoti, A. K. (2020). *EFFECT OF DIETARY INCORPORATION OF HYDROPONIC MAIZE FODDER ON THE GROWTH PERFORMANCE OF NEW ZEALAND WHITE RABBITS* *Quality assessment View project Rumen Fermentative Disorders on Physiological Parameters in Buffaloes View project*. <https://www.researchgate.net/publication/347443559>
- Concepcion, M. (2019). *Estudio técnico para la implementación de empresas destinadas a la producción de*.
- Cortéz, R. (2017). Uso de infusiones de hierbas aromáticas para mejorar las características organolépticas en la carne de conejo. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 1(1), 121–122. <https://doi.org/10.36314/cunori.v1i1.38>
- Cristancho, L. (2017). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA CARNE DE CONEJO EN EL MUNICIPIO DE NOBSA-BOYACÁ* LUIS ANDERSON CRISTANCHO MACÍAS UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS FACULTAD SECCIONAL DUITAMA DUITAMA-BOYACÁ 2017.
- Cruz, L., Baeza, L., Pérez, L., & Martínez, I. (2018). Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo. *Abanico Veterinario*, 8(1). <https://doi.org/10.21929/abavet2018.81.10>

- Cruz, R., Díaz, M., Jiménez, J., García, M., Miranda, G., Hernández, A., Mena, M., León, E., & Rayas, A. (2019). Características de la carne de conejo y su vida de anaquel valorada con el perfil de aminos biogénica. *Agro Productividad*, 12(11). <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1498>
- Dalle, A., Cullere, M., Sartori, A., Szendro, Z., Kovács, M., Giaccone, V., & Dal Bosco, A. (2014). Dietary Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation to growing rabbits: Effects on raw and cooked meat quality, nutrient true retention and oxidative stability. *Meat Science*, 98(2), 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.005>
- Daniel Felipe Gómez Pinto, S. (2021). *Plan de Negocio para una Cadena Productiva de Carne a Partir de una Producción Sostenible de Conejos para Contribuir a la Seguridad Alimentaria*.
- Daszkiewicz, T., Gugolek, A., Kubiak, D., Kerbaum, K., & Burczyk, E. (2021). The fatty acid profile of meat from new zealand white rabbits raised under intensive and extensive production systems. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113126>
- FAO. (2021). *CARNE Situación del mercado*. <https://doi.org/10.1787/agr-data-en>
- FAOSTAD. (2021a). organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAOSTAD). *FAOSTAD*.
- FAOSTAD. (2021b). *Producción carne de conejo fresca y refrigerada*.
- Fedegan. (2023, June 23). *Consumo Aparente per capita anual de carnes en Colombia* .
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia. (2022). *Producción carne de pollo*.
- Ferreira, A. C. S., Watanabe, P. H., Mendonça, I. B., Ferreira, J. L., Nogueira, B. D., Vieira, A. V., Pinheiro, R. R. S., Barros, T. C. R. S., Zampieri, L. A., Vieira, E. H. M., Gomes, T. R., Batista, A. S. M., Leite, S. C. B., & Freitas, E. R. (2021). Effects of passion fruit seed (*Passiflora edulis*) on performance, carcass traits, antioxidant activity, and meat quality of

growing rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 275.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114888>

Figueroa, D., & Galicia, L. (2021). Ganadería bovina con menor costo ambiental: un desafío entre lo personal y lo político. *Sociedad y Ambiente*, 24, 1–17.
<https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2218>

Finca. (2023). *Concentrado finca conejos* .

Fonseca, M. (2021). *CAMPUS MONTECILLO POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD GANADERÍA.*

Friero, I., Larriba, E., Martínez-Melgarejo, P. A., Justamante, M. S., Alarcón, M. V., Albacete, A., Salguero, J., & Pérez-Pérez, J. M. (2023). Transcriptomic and hormonal analysis of the roots of maize seedlings grown hydroponically at low temperature. *Plant Science*, 326.
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111525>

García, S. ,A, Mejía, H. , I., & Silos Espino, H. (2023). *Variables productivas y digestibilidad en conejos alimentados con diferente nivel de vaina de Prosopis laevigata en la dieta.*

González, F., Chacón, A., & Pineda, L. (2023). *Evaluation of rabbit meat marinated in mustard and in white wine with spices.* <https://doi.org/10.15517/am.2023.53343>

Guevara, T., & Sánchez, C. (2020). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA Trabajo de graduación Complementación de cobayo (Cavia porcellus) con nacedero (Trichanthera gigantea) y forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays).*

Guido, C. , L. (2019). *EVALUACIÓN DEL ORÉGANO (Origanum vulgare l.) COMO FITOBIÓTICO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES MACHOS MEJORADOS DEL TIPO 1 “EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE.”*

- Guio, uribe , A. (2021). *Efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de.*
- Gutierrez, C. (2018). *Evaluación Sensorial y Características Fisicoquímicas.*
- Hernández, M., Francisco, L., Moreno, S., Vladimir, H., & Zootecnista, M. V. (2012). *Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha Behavior of the forage protein versus time hydroponic crop.*
- Hernández, M., Melo, E., Valdivia, R., Valenzuela N, Hernández, J., & Martínez, M. (2023). Análisis de la disponibilidad a pagar por carne de cerdo libre de antibióticos, un enfoque de Experimentos de Elección. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(3), 658–671. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6062>
- Herrera, I., & Garcia, M. (2018). Aromatic plants in the feeding of rabbits and their effect on meat. *Abanico Veterinario*, 8(2). <https://doi.org/10.21929/abavet2018.82.7>
- Insuasty-Santacruz, E. G., Hidalgo, M. J., Villota, B. D., Mora, J. J., & Rosero, M. P. (2018). ALIMENTACION DE CONEJOS DE LEVANTE CON DIETAS EN MATERIAS PRIMAS NO CONVENCIONALES LAUREL, TOMILLO Y ZANAHORIA. *Revista Investigación Pecuaria*, 5(1), 59–63. <https://doi.org/10.22267/revip.1851.6>
- Italcol conejos. (2023). *contenido nutricional concentrado para conejos (Italcol).*
- Jalabe, G., & Lagos, L. (2019). *Suplementación con Gliricidia sepium (Matarratón) y Leucaena leucocephala (Leucaena) en la Alimentación de Conejos Danery Meneses-Prado.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25859.43046>
- Jemimah, R., Gnanaraj, T., Kumar, S., Gopinathan, A., & Sundaram, S. M. (2020). Productivity and nutritional composition of maize fodder grown by hydroponic and conventional methods. ~ 321 ~ *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3). www.phytojournal.com

- Laverde, B. (2021). *ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR HACIA A LA CARNE DE CONEJO*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29214.87364>
- León, A. (2023). *Bienestar animal en la cadena cárnica bovina colombiana*. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.6833>
- Leyva, C. S., Valdivié, M., & Ortiz, A. (2012). Utilization of fruit and leaf meals from breadfruit tree (*Artocarpus altilis*) for fattening New Zealand White rabbits. In *Pastos y Forrajes* (Vol. 35, Issue 4).
- Leyva Cambar, L., Arias, E. D., Martínez, Y., & Domínguez Guzmán, J. (2009). Sustitución parcial del alimento concentrado por harina. In *Revista UDO Agrícola* (Vol. 9, Issue 3).
- Lopez, G., Gongora, A., Díaz, F., & Rojas, A. (2019). Evaluación del estado metabólico, el peso vivo y la condición corporal durante la gestación en vacas de carne en la Altillanura Colombiana. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.565>
- Lopez, H. (2021). *UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA*.
- Lozano, A. V. N., Lima Orozco, R., Castro Alegría, A., Cevallos, A. H., & Reyes, S. G. Y. (2016). Evaluación de diferentes sistemas de producción de biomasa hidropónica de maíz. *Centro Agrícola*, 43(4), 57–66.
- Lozano, W. (2023). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO (*Triticum sativum*), AVENA (*Avena sativa*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) BAJO EFECTO DE Para optar el Título Profesional de: INGENIERO AGRÓNOMO*.

- Magaña, M. M., Morales, C. L., Solís, F. A., & Aguilar-Urquiza, E. (2023). *Competitiveness indices of Mexican pork production in the international market*. www.aroec.org6thVolume-
- Martínez, J., Torres, j, Dongo, F., & Malamba, M. (2022). *SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CONEJOS, CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS Y ALTERNATIVAS PARA LA ALIMENTACIÓN RABBIT PRODUCTION SYSTEMS, PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ALTERNATIVES FOR FEEDING*. *11(3)*, 82–97. <https://revistas.unica.cu/uciencia/index.php>
- Martinez, T., Domenech, K., & Sanchez, H. (2021). *a5*.
- Matics, Z., Gerencsér, Z., Kasza, R., Terhes, K., Nagy, I., Radnai, I., Zotte, A. D., Cullere, M., & Szendrő, Z. (2021). Effect of ambient temperature on the productive and carcass traits of growing rabbits divergently selected for body fat content. *Animal*, *15(2)*. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100096>
- Matics, Z., Szendro, Z., Odermatt, M., Gerencsér, Z., Nagy, I., Radnai, I., & Zotte, A. D. (2014). Effect of housing conditions on production, carcass and meat quality traits of growing rabbits. *Meat Science*, *96(1)*, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.001>
- Mejia, D. (2020). *Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura*.
- Miah, A. G., Mohammad, H., Mobarak, H., & Salma, U. (2021). *Enrichment of Research Capabilities for Postgraduate Studies on Advanced Animal Science View project Enhancement of Research Capabilities for Post graduate Studies on Advanced Animal Science View project*. <http://jvra.org.in>
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2020). *Produccion carne de conejo*.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. (2022). *Informe sectorial: carne ovina en Colombia*.

- Mohsen¹, M. K., Abdel-Raouf¹, E. M., Gaafar², H. M. A., & Yousif², A. M. (2017). Evaluación nutricional de granos germinados de cebada sobre subproductos agrícolas en el rendimiento de conejos blancos de Nueva Zelanda en crecimiento. In *Archiva Zootechnica* (Vol. 20, Issue 1). www.DeepL.com/pro.
- Mojica Jose Fernando. (2020). *Forraje verde hidropónico de maíz Zea mays y ramio Boehmeria nivea como sustituto del concentrado en dieta para conejos en fase de engorde*.
- Moraes, V., Silva, H., Silva, V., Cunha, F., Oliveira, R., Oliveira, J., & Silva, P. (2023). Influence of Calcium on the Development of Corn Plants Grown in Hydroponics. *AgriEngineering*, 5(1), 623–630. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5010039>
- Morales, D., Jiménez, L., Burneo, J., & Capa, E. (2020). Oat and wheat forage production under hydroponic and conventional systems. *Ciencia Tecnologia Agropecuaria*, 21(3). https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM3_ART:1386
- Moreno, L., Rodriguez, D., & Villamizar, E. (2014). *portalderevistas,+Art.8 (1)*. [file:///C:/Users/migue/Downloads/portalderevistas,+Art.8%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/migue/Downloads/portalderevistas,+Art.8%20(1).pdf)
- Muñoz, L. (2018). *Análisis de viabilidad técnica y de mercado para la implementación de un sistema*.
- Naik, P. K., DHAWASKAR, B. D., FATARPEKAR, D. D., KARUNAKARAN, M., DHURI, R. B., SWAIN, B. K., CHAKURKAR, E. B., & SINGH, N. P. (2017). Effect of feeding hydroponics maize fodder replacing maize of concentrate mixture partially on digestibility of nutrients and milk production in lactating cows. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 87(4). <https://doi.org/10.56093/ijans.v87i4.69527>

- Narvaez, J., & Guerrero, E. (2021). Forraje verde hidropónico y organopónico de maíz como suplemento nutricional para ovinos del Piedemonte Amazónico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(1), 253–266. <https://doi.org/10.22490/21456453.4535>
- Núñez, O., Lozada, E., Rosero, M., Cruz, E., & Aragadvay, R. (2017). Evaluación de avena hidropónica (*Arrhenatherium elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde . *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(1), 59–71. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2017.040100059>
- Orozco, A., & Zúñiga, I. (2020). *Evaluación de tres productos desinfectantes sobre semillas de maíz y cebada para la producción en la tecnología de Forraje Verde Hidropónico* EVALUATION OF THREE DISINFECTANT PRODUCTS ON CORN AND BARLEY SEEDS FOR PRODUCTION IN THE TECHNOLOGY OF HYDROPONIC GREEN FORAGE (Vol. 23).
- Orrala, A. (2022). *ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ECUADOR Y SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES PECUARIOS*.
- Ortiz, M., Solarte, L., & Sandoval, K. (2020). Analysis of *Nostoc muscorum* biomass production in a hydroponic system. *Orinoquia*, 24(1), 23–31. <https://doi.org/10.22579/20112629.599>
- Paweł B, & Piotr, P. (2017). *Effect of housing conditions and feeding system on slaughter performance parameters of Popielno White rabbits*. 13(2), 9–23. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.5219>
- Pedraza, M. S., Castelblanco, M. L. C., Castelblanco, P. F. M., & Niño, A. M. J. (2023). *CAMAWI: CABINAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO*.

- Pérez, E. O., Vitola, C. , G. J., & Montes, O. C. J. (2021). *Creación de un plan de negocios para el montaje de una empresa criadora y comercializadora de carne de conejo en el municipio de Montería Autores.*
- Perez, F. (2021). *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.*
- pino, L. (2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA TRABAJO DE TITULACIÓN.*
- Poveda, J. M. M., & Jimenez, F. Y. R. (2020). Effect of Supplementation with wilted and silaged *Sambucus nigra* on productive and economic parameters of rabbits in fattening phase. *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgacion Cientifica*, 23(1).
<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1468>
- Puccinelli, M., Carmassi, G., Pardossi, A., & Incrocci, L. (2023). Wild edible plant species grown hydroponically with crop drainage water in a Mediterranean climate: Crop yield, leaf quality, and use of water and nutrients. *Agricultural Water Management*, 282.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108275>
- Pulido, D. (2018). *MUNICIPIOS DE FUSAGASUGÁ Y SILVANIA, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.*
- Ramírez, C., & Soto, F. (2017). *Nota técnica EFECTO DE LA NUTRICIÓN MINERAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ.*
www.mag.go.cr/revagr/index.htmlwww.cia.ucr.ac.cr
- Ramón, S. (2021). *Rendimiento y Evaluación de Calidad de la canal en diferentes razas de Conejo.*

- Redondo Quintero David. (2023). *Desarrollo de un sistema de cultivo hidropónico vertical automatizado y remoto*.
- Rodriguez, A. (2016). *Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de un jamón de carne de conejo (oryctolagus cuniculus) con adición de omega 3*.
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos
- Rojas, lorenzo, Sánchez Santillán, P., Torres Salado, N., & Ayala Monter, M. A. (2023). Efecto de la sustitución de alimento comercial por bloques nutricionales en la respuesta productiva de conejas en condiciones tropicales. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(Suplemento), 141–145. <https://doi.org/10.53588/alpa.310525>
- romero, E. (2023). *MACROPROCESO DE APOYO CÓDIGO: AAAr113 PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO VERSIÓN: 6 DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL*. www.ucundinamarca.edu.co
- Rossi, R., Vizzarri, F., Chiapparini, S., Ratti, S., Casamassima, D., Palazzo, M., & Corino, C. (2020). Effects of dietary levels of brown seaweeds and plant polyphenols on growth and meat quality parameters in growing rabbit. *Meat Science*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107987>
- rueda, d. (2023). *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y DE LA AGRICULTURA CARRERA AGROPECUARIA TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO AUTOR: TUTOR*.
- Salinas, S. E. (2021). *UNIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO ANDINO FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL*. <https://orcid.org/>

- Salvador, J., Bolaños, M., Cedillo, A., Vázquez, Y., Varela, S., & Meza, J. (2022). Effect of applying nutritive solutions on bromatological quality of the hydroponic green forage of *Avena sativa* and *Hordeum vulgare*. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V40I0.996>
- Sanah, I., Becila, S., Djeghim, F., & Boudjellal, A. (2021). Rabbit meat in the east of Algeria: Motivation and obstacles to consumption. *World Rabbit Science*, 28(4), 221–237. <https://doi.org/10.4995/wrs.2020.13419>
- Shah, M. K., Magar, M. T., & Shah, S. (2023). Effect of Hydroponically Grown Forages on Growth Performance of Rabbit. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 11(1), 8–14. <https://doi.org/10.3126/ijasbt.v11i1.53636>
- Silva, G. (2021). *Revista de la Universidad del Zulia*. <https://orcid.org/0000-0002->
- Silva joya, N. Y. (2016). *ESTUDIO DE MERCADO PARA LA CARNE DE CONEJO DE LA ASOCIACIÓN "AGROPEINTE" S.A.S. EN EL MUNICIPIO DE DUITAMA*".
- Silva, Y. (2016). *Estudio de mercado para la carne de conejo de la asociación "agropeinte" s.a.s. en el municipio de duitama*".
- Simonová, M. P., Chrastinová, L., & Lauková, A. (2021). Effect of enterococcus faecium al41 (Ccm8558) and its enterocin m on the physicochemical properties and mineral content of rabbit meat. *Agriculture (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/agriculture11111045>
- Solano, A., González, J., & Medaglia, A. (2023). Production planning decisions in the broiler chicken supply chain with growth uncertainty. *Operations Research Perspectives*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2023.100273>
- Soya. (2023). *composicion nutricional concentrado comercial soya conejos*.

- Strand, E. J., Palizzi, M. J., Crichton, C. A., Renny, M. N., Bihar, E., McLeod, R. R., & Whiting, G. L. (2023). Multimodal operation of printed electrochemical transistors for sensing in controlled environment agriculture. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 387. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.133763>
- Syaidatina, R., Hidayat, N., & Harwanto, H. (2023). Evaluasi Pertumbuhan dan Produksi Fodder Jagung (*Zea mays*) secara Hidroponik pada Umur Panen Berbeda. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 13(2). <https://doi.org/10.46549/jipvet.v13i2.309>
- Valdez, C., Guerra, D., Díaz, M., Noriega, C., & Pérez, H. (2022). Producción de biomasa de forraje verde hidropónico de cinco variedades mejoradas de maíz producidas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala. *Revista Científica Del Sistema de Estudios de Postgrado de La Universidad de San Carlos de Guatemala*, 5(2), 21–34. <https://doi.org/10.36958/sep.v5i2.116>
- Van Damme, L. G. W., Ampe, B., Delezie, E., & Tuytens, F. A. M. (2023). Effects of group size and cage enrichment on social behaviour and skin injuries of breeding rabbits housed part-time in group. *Animal*, 17(6). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100850>
- Villa, R., & Hurtado, j. (2016). Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 76–83. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.54>
- Villanueva, A. (2023). *Estudios Sociales*. <https://www.scielo.org.mx/pdf/esracdr/v33n61/2395-9169-esracdr-33-61-e231287.pdf>
- Volek, Z., Bureš, D., & Uhlířová, L. (2018a). Effect of dietary dehulled white lupine seed supplementation on the growth, carcass traits and chemical, physical and sensory meat quality

parameters of growing-fattening rabbits. *Meat Science*, *141*, 50–56.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.013>

Volek, Z., Bureš, D., & Uhlířová, L. (2018b). Effect of dietary dehulled white lupine seed supplementation on the growth, carcass traits and chemical, physical and sensory meat quality parameters of growing-fattening rabbits. *Meat Science*, *141*, 50–56.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.013>

Yang, X. , F. J., & Luo, Z. J. (2022). Effect of Irrigation with Activated Water on Root Morphology of Hydroponic Rice and Wheat Seedlings. *Agronomy*, *12*(5).
<https://doi.org/10.3390/agronomy12051068>

Zagal, M., Martínez, S., Salgado, S., Escalera, F., Peña, B., & Carrillo, F. (2016). *Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas.*

Zepeda Bastida, A., Meza Galindo, L. M., Jorge Castillo, H. P., García Vázquez, L. M., Hernández Aco, R. S., & Ocampo López, J. (2023). Uso de productos y subproductos agrícolas en la medicina veterinaria y zootecnia. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, *9*(Especial), 12–19. <https://doi.org/10.29057/icap.v9iespecial.9228>

Apéndices

Apéndices A. Protocolo estandarizado de desinfección de semillas

Introducción

El protocolo de desinfección de semillas es un parámetro que se hace con la finalidad de garantizar el éxito de germinación en el sistema hidropónico es así que esta etapa crítica no solo protege las plantas de enfermedades y patógenos, sino que también maximiza la salud y la productividad del cultivo.

Objetivo.

Tener alto porcentaje de germinación y por ende una mayor producción de biomasa por metro cuadrado.

Metodología

1. Adición de hipoclorito de sodio al 10 % (relación 1 ml por litro de agua).
2. Dejar la semilla en un tiempo de remojo de 5 minutos.
3. Lavar con abundante agua limpia con el fin de eliminar la suciedad y el olor de la solución
4. Dejar la semilla en un recipiente durante 24 horas con cambio de agua cada 12 horas.
5. Emplear una lona negra para cubrir la semilla durante 48 a 72 horas y proporcionar humedad constante.
6. Por último, escurrir la semilla y extenderla en la bandeja de germinación.