



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

**ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ECUADOR Y SU
EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES
PECUARIOS**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Anthony Alexander Orrala Tomalá.

LA LIBERTAD, 2022



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER COMPLEXIVO

MODALIDAD: “REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”

**ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ECUADOR Y SU
EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES
PECUARIOS**

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Anthony Alexander Orralá Tomalá.

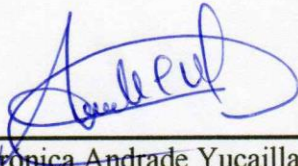
Tutora: Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph. D

LA LIBERTAD, 2022

TRIBUNAL DE GRADO

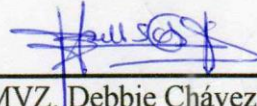
Trabajo de Integración Curricular presentado por **ANTHONY ALEXANDER ORRALA TOMALÁ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Componente Práctico de Examen Complexivo **APROBADO** el: 22/08/2022



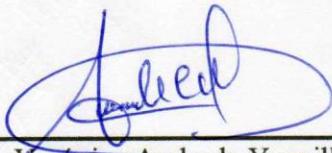
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D

**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



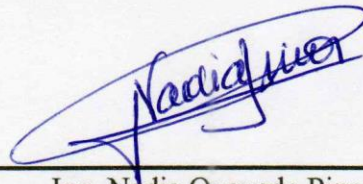
MVZ. Debbie Chávez García, MSc.

**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**




Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lcda. Ana Villalta Gomez, MSc.

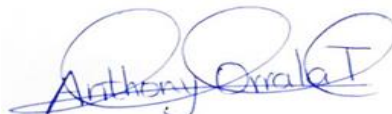
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIA**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo Práctico de Examen de Grado de carácter complejo Titulado **“ANÁLISIS DOCUMENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN ECUADOR Y SU EFECTO EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES PECUARIOS”** y elaborado por **Anthony Alexander Orrala Tomalá**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

A handwritten signature in blue ink, reading "Anthony Orrala T.", is positioned above a horizontal dotted line.

Firma del Estudiante

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme formarme profesionalmente.

A mis padres Gilberto Orrala Borbor y Aurelia Tomalá Torres por su apoyo incondicional en todo el transcurso de mi vida, por motivarme día a día para alcanzar mis objetivos y lograr culminar mi carrera universitaria.

A mi grupo de trabajo Aníbal Goyes, Michelle Alvear y Alison Barcos, quienes fueron pilares fundamentales en el transcurso de esta carrera.

A mi pareja Alina Ramírez Baquerizo por su apoyo incondicional, fue el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida

Agradezco a mis maestros por brindarme los conocimientos necesarios no solo como profesional, sino como persona ya que en esas aulas de clase no solo cumplen el rol de profesores, al contrario, llegan a convertirse en nuestros segundos padres.

A la Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla, Ph. D por confiar en mí y guiarme en todo el proceso de mi trabajo de investigación.

Anthony Alexander Orrala Tomala

DEDICATORIA

De manera especial dedico el presente trabajo de investigación a Dios por guiarme siempre y darme la fuerza necesaria para salir adelante.

A mi padre Gilberto Orrala Borbor por todo el cariño, sacrificio y apoyo incondicional en todo este proceso, al hombre que nunca se cansó de aconsejarme y brindarme sus conocimientos en todo momento, por ser mi inspiración de vida, mi motor para salir adelante.

A mis hermanos Stalin y Genesis Orrala por convertirse en uno de los motivos principales para salir adelante, animándome siempre para terminar mi carrera universitaria.

Con mucho amor dedico este trabajo a toda mi familia quienes me motivaron constantemente para obtener mi título universitario.

A mis amigos, y compañeros por tantos años y experiencias compartidas en el transcurso de todos estos años en especial a Michelle Alvear, Aníbal Goyes, Allison Barcos, Katherine Domínguez y Kerly Pozo, por ser parte fundamental para seguir adelante, una de las etapas más importantes de nuestra vida culmina, pero empiezan nuevas metas por cumplir, éxitos y bendiciones para todos.

Anthony Alexander Orrala Tomala

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tuvo como objetivo la identificación de las características agronómicas y calidad nutricional de los forrajes cultivados en medios hidropónicos y su efecto en los animales de interés pecuario lo cual sirve para la alimentación completa o como insumo suplementario en la dieta. El trabajo se ejecutó con la información recopilada de estudios realizados (artículos indexados, tesis y otras fuentes bibliográficas) en Ecuador durante 2017 a 2022. Las investigaciones consideradas abordaron el efecto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, y su influencia en características agronómicas y calidad nutricional de distintas especies forrajeras pertenecientes a las familias Poaceae y Fabacea, y la inclusión de estos FVH en la alimentación de animales. En la investigación, como variables de búsqueda, se consideró altura (cm), longitud de raíz (cm), rendimiento (kg m^{-2}), proteína (%), fibra (%) (características agronómicas y calidad nutricional), ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento al canal (parámetros productivos). Para las características agronómicas, los resultados revelan que, la especie de maíz presenta los mejores resultados para altura, longitud y proteína; en cambio, para rendimiento y contenido de fibra, es trigo, avena y cebada, respectivamente. En cambio, en la familia Fabácea, es el FVH de haba que presenta mejores valores para las características agronómicas; en cuanto, a los niveles de proteína y fibra. Para los parámetros productivos, se identificó que la inclusión de FVH de maíz produce un comportamiento favorable en la obtención de ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento al canal de aves, cuyes y conejos.

Palabras claves: Altura, fabácea, fibra, poaceae, rendimiento.

ABSTRACT

The next research work was aimed at identifying the agronomic characteristics and nutritional quality of forages grown in hydroponic media and their effect on animals of livestock interest which serves for complete feeding or as supplementary input in the diet. The work was executed with information collected from studies carried out (indexed articles, theses and other bibliographical sources) in Ecuador during 2017 to 2022. The studies considered addressed the effect of organic and inorganic fertilizers, and their influence on agronomic characteristics and nutritional quality of different forage species belonging to the families Poaceae and Fabaceae, and the inclusion of these VHF in animal feed. In the research, as search variables, height (cm), root length (cm), yield (kg m⁻²), protein (%), fiber (%) (agronomic characteristics and nutritional quality), weight gain, feed conversion and yield to the channel (productive parameters) were considered. For the agronomic characteristics, the results reveal that, the corn species presents the best results for height, length and protein; instead, for yield and fiber content, it is wheat, oats and barley, respectively. In contrast, in the family Fabaceae, it is the bean FVH that presents better values for agronomic characteristics; in terms of protein and fiber levels. For the productive parameters, it was identified that the inclusion of maize FVH produces a favorable behavior in the obtaining of weight gain, feed conversion and yield to the poultry, guinea pigs and rabbits channel.

Keywords: Fabaceae, fiber, height, poaceae, yield.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
<i>Problema:</i>	2
<i>Objetivos</i>	2
<i>Objetivo General:</i>	2
<i>Objetivos específicos:</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Hidroponía.....	3
2.1.2. <i>Definición</i>	3
2.1.3. <i>Tipos de sistemas o cultivos hidropónicos</i>	4
2.1.4. <i>Especies vegetales adaptables a sistemas hidropónicos</i>	4
2.2. Forrajes verdes hidropónicos (FVH)	5
2.2.1. <i>Definición</i>	5
2.2.2. <i>Procedimiento para el desarrollo de FVH</i>	6
2.2.3. <i>Factores relacionados al desarrollo de FVH</i>	9
2.2.5. <i>Los FVH como alternativa productiva para sistemas vulnerables</i>	11
2.2.6. <i>Raciones de FVH en función de la especie</i>	12
2.2.7. <i>Efectos de la implementación de los FVH en animales pecuarios</i>	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Localización.....	15
3.2. Materiales	15
3.3. Metodología aplicada a la investigación	16
3.3.1. <i>Exploración de la información</i>	16
3.3.2. <i>Recopilación de datos agronómicos de los FVH</i>	16
3.3.3. <i>Recopilación de datos de parámetros productivos pecuarios</i>	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. Características agronómicas y calidad nutricional de FVH	17
4.1.1. <i>Altura</i>	17
4.1.2. <i>Longitud de raíz</i>	18

4.1.3. Rendimiento.....	19
4.2.1. Proteínas	20
4.2.2. Fibra.....	21
4.3. Efecto de los FVH sobre parámetros productivos pecuarios.....	21
4.3.1. Cuyes.....	21
4.3.2. Pollos de engorde.....	23
4.3.3. Conejos.....	24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
Conclusiones.....	26
Recomendaciones	26
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de sistemas hidropónicos.....	4
Tabla 2. Especies vegetales cultivables en sistemas hidropónicos.....	4
Tabla 3. Factores relacionados al rendimiento de FVH.	10
Tabla 4. Raciones generales de FVH de maíz según la especie.	12
Tabla 5. Consumo de FVH para ganado lechero.....	12
Tabla 6. Comportamiento productivo en cerdos alimentados con dieta comercial y diferentes inclusiones en la dieta de FVH de maíz.....	13
Tabla 7. Comportamiento productivo de caprinos criollos alimentados con FVH de maíz.	14
Tabla 8. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos de cuyes (<i>Cavia porcellu</i>).....	22
Tabla 9. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos de pollos de engorde (<i>Gallus domesticus</i>).	23
Tabla 10. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos hasta los 45 días de edad en conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>).....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo productivo de los FVH.	6
Figura 2. Lavado de semillas, aplicación de NaClO.	7
Figura 3. Inicio de germinación.....	8
Figura 4. Cosecha de FVH de maíz (<i>Zea mays</i>).	9
Figura 5. Ubicación del área de estudio.	15
Figura 6. Valores de altura (cm) de forrajes verdes hidropónicos.	17
Figura 7. Valores de longitud de raíz (cm) de forrajes verdes hidropónicos.	18
Figura 8. Valores de rendimiento (kg m ⁻²) de forrajes verdes hidropónicos.....	19
Figura 9. Nivel de proteína (%) de forrajes verdes hidropónicos.....	20
Figura 10. Nivel de fibra (%) de forrajes verdes hidropónicos.	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Búsqueda de investigaciones en repositorios universitarios.

Figura 2A. Búsqueda de investigaciones en sitios web de revistas indexadas.

Figura 3A. Compilación de investigaciones de FVH.

Figura 4A. Selección de investigaciones con información de características agronómicas y calidad nutricional de FVH.

Figura 5A. Selección de investigaciones con información de parámetros productivos de animales de interés pecuario.

Figura 6A. Extracción de información de características agronómicas y calidad de nutricional de FHV.

Figura 7A. Extracción de datos de parámetros productivos de animales pecuarios.

Tabla 1A. Información de FVH de maíz extraída de investigaciones publicadas entre 2017 a 2022.

Tabla 2A. Información de FVH de arroz extraída de trabajos científicos.

Tabla 3A. Información de FVH de avena extraída de trabajos científicos.

Tabla 4A. Información de FVH de trigo extraída de trabajos científicos.

Tabla 5A. Información de FVH de cebada extraída de trabajos científicos.

Tabla 6A. Información de FVH de haba extraída de trabajos científicos.

Tabla 7A. Información de FVH de haba extraída de trabajos científicos.

1. INTRODUCCIÓN

La hidroponía es una forma de cultivar especies vegetales que se originó en los jardines colgantes de Babilonia y de los jardines flotantes aztecas (García, 2020), con el pasar de los años, esta temática fue estudiada por distintos investigadores, siendo William Frederick Gericke en 1920 quien adaptaría las experiencias de laboratorio en medios controlados a entornos productivos con fines comerciales. Cabe mencionar que, los resultados logrados por William F.G. sentaron las bases para futuros proyectos en ambientes con limitaciones agrícolas (López, 2018). La hidroponía consiste en producir cultivos en medios controlados sin el uso suelo y suministrando los nutrientes o minerales a través de una solución nutritiva que está en contacto con las raíces (Ross, 2017).

Existen distintos tipos de sistemas hidropónicos, cada uno varía según la forma de interacción de la solución nutritiva con las raíces de las plantas, siendo así que hay: sistema de flujo y reflujó, por goteo y NFT (Muñoz *et al.*, 2021). En estos sistemas se pueden acoplar diversas especies para consumo humano o animal, como: hortalizas (acelga, perejil, calabazas, coliflor, lechuga, entre otras) y forrajes (maíz, trigo, entre otros), siendo estos últimos los denominados forrajes verdes hidropónicos (Paipa *et al.*, 2020).

Dentro de los forrajes verdes hidropónicos (FVH) se cultivan especies pertenecientes a las familias Poaceae y Fabaceae (Bernal, 2021), como, por ejemplo: maíz, avena, alfalfa o vicia (López, 2018). Estos forrajes normalmente son cosechados después de los 12 días de germinación (Suazo and Zelaya, 2020) para ser suministrados a los animales de interés pecuario: porcino, vacuno, caprino, etc., para cubrir las demandas de nutrientes y energía acorde a la especie (Bernal, 2021).

Los FVH pueden ser afectados por distintos factores que benefician o perjudican su desarrollo y su rendimiento; dichos factores están relacionados con el ambiente (pH, temperatura, etc.) y el manejo agronómico (Hernández *et al.*, 2020). A pesar de las complicaciones y costos iniciales que implican los FVH, estos conllevan varios beneficios para el sistema productivo, como, por ejemplo: alimentos disponibles en el tiempo y mayor eficiencia del área y trabajo (Suazo and Zelaya, 2020).

Esta forma de producir forrajes para la alimentación del ganado representa una forma rentable para los pequeños y medianos productores, los cuales se ven afectados por las

limitaciones del entorno, como: degradación del suelo, poco acceso de áreas cultivables y a recursos hídricos, entre otras limitantes agro productivas (Maza, 2017; López, 2018).

Considerado todos los aspectos mencionados sobre los FVH, en el siguiente trabajo se presenta un resumen de la perspectiva actual de estos recursos agronómicos dentro de los sistemas ganaderos y su potencial uso para mejorar del rendimiento en las distintas especies de interés pecuario.

Problema:

¿El desconocimiento de los resultados de las múltiples investigaciones del forraje verde hidropónico sobre su producción de biomasa y calidad nutricional no ha permitido su aplicación efectiva en las dietas animales pecuarios?

Objetivos

Objetivo General:

Realizar un análisis documental de la producción de forraje verde hidropónico y sus beneficios en la alimentación de animales pecuarios de Ecuador.

Objetivos específicos:

1. Identificar las características agronómicas y calidad nutricional de los forrajes hidropónicos de la familia Poaceae.
2. Identificar las características agronómicas y calidad nutricional de los forrajes hidropónicos de la familia Fabaceae.
3. Conocer el comportamiento productivo de animales de interés pecuario con dietas de FVH.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Hidroponía

2.1.1. Historia

La hidroponía es una forma de desarrollar especies vegetales, cuyos cimientos están marcados por la arquitectura de los jardines colgantes en la antigua Babilonia, así como en los jardines flotantes del arcaico imperio azteca (García, 2020); no obstante, la hidroponía durante el siglo XIX, paso a de ser una metodología empírica a experimental con los estudios realizados por John Woodward relacionados con la absorción de macro y micro elementos por las plantas, consecuentemente en el último periodo de 1920 sería William Frederick Gericke quien acopló los métodos de laboratorio a entornos productivos o medios que contaran con la capacidad de producir cultivos a nivel comercial sin la necesidad de suelo (López, 2018).

Los resultados obtenidos por el pionero William Frederick fueron empleados por brigadas militares durante los sucesos de la Segunda Guerra Mundial, actualmente, estos conocimientos sirven de base para investigadores y organizaciones que buscan formas de producir alimentos en entornos con condiciones extremas, mismas que impiden un adecuado desarrollo vegetativo (López, 2018).

2.1.2. Definición

La hidroponía es una forma de producir distintos cultivos o especies de interés comercial, en medios acuosos que no requieren suelo, y en donde las plantas reciben los nutrientes disueltos en agua: solución nutritiva, es quizás el factor más esencial para el funcionamiento de un proyecto hidropónico, debido a que proporciona los elementos necesarios según la fase de desarrollo del cultivo (Ross, 2017).

Esta técnica de producir cultivos ha permitido el desarrollo de especies tanto en entonos abiertos como protegidos, siendo así su implementación en países desarrollados como zonas de bajos recursos a través proyectos relacionados con la agricultura familiar, con el fin de mejorar la calidad de vida y de los alimentos, y los ingresos económicos para el núcleo familiar (Maza, 2017).

2.1.3. Tipos de sistemas o cultivos hidropónicos

En la hidroponía hay presentes distintas formas o sistemas de producir, cada una con peculiaridad que las diferencia, ya sea el uso de sustratos o sin este. Los sistemas de cultivos hidropónicos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de sistemas hidropónicos.

Tipo	Definición
Flujo y reflujos (EBB & FLOW)	Las plantas suelen situarse en contenedores con sus raíces apoyadas en un medio para su crecimiento, los contenedores se ubican en una bandeja ubicada sobre un reservorio de solución de nutrientes, y poseen un sistema de reflujos que controla el nivel de agua.
Película de nutrientes O NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE)	Método más utilizado con fines comerciales, las raíces de las plantas se ubican en un pequeño canal superficial con una entrada de luz limitada, donde la solución de nutrientes circula constantemente, fluyendo por las raíces durante las 24 horas del día.
Sistemas por goteo (DRIP SYSTEMS)	Provee una aireación total ya que, a diferencia de otros sistemas, las raíces de las plantas a cultivar nunca se encuentran completamente sumergidas, pero nunca se secan por completo. El funcionamiento puede ser muy sencillo: el agua con solución de nutrientes gotea en la base de cada planta, hidratando a través del sustrato y llegando hasta la raíz de la planta.

Fuente: Muñoz, Leal and Uribe (2021).

2.1.4. Especies vegetales adaptables a sistemas hidropónicos

Hay distintas especies vegetales que se pueden cultivar a través de los sistemas hidropónicos, cada especie con manejos y características particulares. En la Tabla 2 se presentan un resumen de ciertos cultivos acoplados a esta técnica productiva sin suelo.

Tabla 2. Especies vegetales cultivables en sistemas hidropónicos (continua).

Familia	Especie	Nombre común
Asteraceae*	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga
Brassicaceae*	<i>Brassica oleracea var. italica</i>	Brócoli
	<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>	Coliflor
	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	Repollo

Tabla 2. Continuación.

Familia	Especie	Nombre común
Cucurbitaceae *	<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza
	<i>Cucumis melo</i>	Melón
	<i>Cucumis sativus</i>	Pepino
	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía
Solanáceas*	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomate
	<i>Capsicum annuum</i>	Ají
	<i>Solanum melongena</i>	Berenjena
Apiaceae*	<i>Apium graveolens</i>	Apio
	<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro
	<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil
Amaryllidaceae*	<i>Allium sativum</i>	Ajo
Lamiaceae **	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca
	<i>Origanum vulgare</i>	Orégano
	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda
Amaranthaceae **	<i>Spinacia oleracea</i>	Espinaca
Portulacaceae**	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga
Zingiberaceae **	<i>Zingiber officinal</i>	Jengibre
Poáceae ***	<i>Zea mays</i>	Maíz
	<i>Avena sativa</i>	Avena
	<i>Hordeum Vulgare L.</i>	Cebada
	<i>Sorghum bicolor L.</i>	Sorgo
	<i>Triticum aestivum L.</i>	Trigo
Fabaceae ***	<i>Medicago sativa L.</i>	Alfalfa
	<i>Vicia sativa</i>	Vicia
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frejol

Fuente: *López (2018); **Acosta (2019); ***Paipa et al. (2020).

2.2. Forrajes verdes hidropónicos (FVH)

2.2.1. Definición

La definición de FVH está estrechamente relacionado con la hidroponía, debido a que son sistemas de producción en donde se emplea solución nutritiva en un medio acuoso sin el uso de suelo para el desarrollo de Poaceas y Fabaceae (Bernal, 2021). Este tipo de forraje,

es un alimento fresco que se obtiene después de los 12 días de germinación y que luego puede ser suministrado a animales de interés pecuario (Suazo and Zelaya, 2020). En la Figura 1 se muestra los aspectos claves que forman parte del ciclo productivo de los FVH.

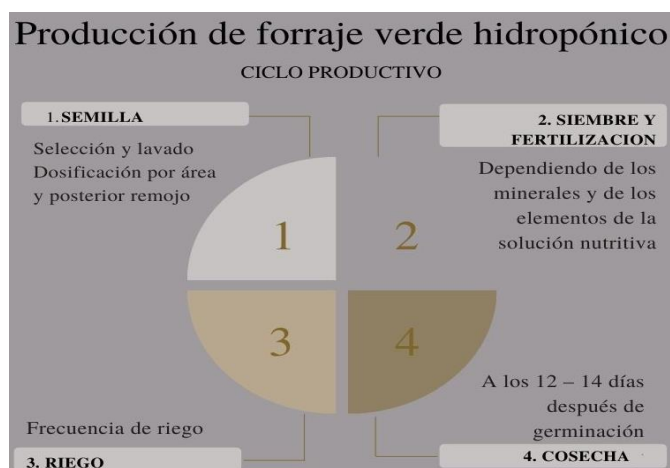


Figura 1. Ciclo productivo de los FVH.

Fuente: Forero and Gamba (2018).

Esta técnica de producción de forraje representa una alternativa de rápida incorporación en los sistemas productivos pecuarios, permitiendo obtener alimentos de manera económica y de calidad, que puedan suplir las necesidades nutricionales de los animales en las distintas etapas del ciclo productivo, de forma que pueden ser integrados en la alimentación de bovinos, ovinos, caprinos, entre otros (Bernal, 2021; Hernández *et al.*, 2020; Suazo and Zelaya, 2020)

Según Hernández *et al.* (2020), los FVH son un recurso sin limitaciones relacionadas con las características del suelo y su uso, y debido a que se generan en medios protegidos, su desarrollo está en dependencia de ciertos factores primordiales que pueden afectar su rendimiento, como: luz, temperatura y humedad.

2.2.2. Procedimiento para el desarrollo de FVH

Para desarrollar una producción de FVH se deben seguir una secuencia de procesos que aseguren la obtención de buenos rendimientos, esto incluye aspectos como: la selección de semilla, riego, fertilización, entre otros (Acosta, 2019).

Selección de semilla

La semilla, en dependencia de la especie a producir, debe presentar un grado de pureza y de enraizamiento adecuado, tamaño uniforme y buena formación. Según la situación, se puede emplear semillas criollas o certificadas (Hernández *et al.*, 2020).

Lavado

Con el fin de evitar o disminuir el ataque de microorganismos (hongos y bacterias), las semillas deben ser sumergidas en hipoclorito de sodio (NaClO) a una concentración de 2%, durante un lapso de 10 minutos (Figura 2), luego se ejecuta un lavado de las semillas y un cambio del recipiente. Para este proceso se recomienda usar 1 mL de NaClO por cada 5 libras de semillas de maíz (Hernández *et al.*, 2020).



Figura 2. Lavado de semillas, aplicación de NaClO.
Fuente: Hernández et al. (2020).

Pre germinación

Según Hernández et al. (2020), en esta parte del proceso se sigue una secuencia de tres pasos:

- 1- Lavado y humedecimiento de las semillas durante 11 horas.
- 2- Retirar por 1 hora las semillas del recipiente con agua, con el fin de evitar un posible ahogamiento de las semillas (embrión).
- 3- Humedecer durante 12 horas, para asegurar una absorción adecuado de agua por parte de la semilla.

Siembra

Una vez culminado el proceso de pre-germinación, las semillas deben ser colocadas en charolas, las cuales deben ser desinfectadas a razón de 1 mL de cloro por litro de agua por 15 minutos y lavadas cuidadosamente para evitar daños mecánicos a las semillas. Además, para reducir el tiempo de germinación o crecimiento se debe cubrir las bandejas con un plástico negro por 3 a 5 días (Figura 3) (Hernández *et al.*, 2020).



Figura 3. Inicio de germinación.
Fuente: Hernández *et al.* (2020).

Riego

Para la producción de FVH se puede aplicar distintos sistemas de riego como: “por gravedad, nebulización y microaspersión” (Chavarría *et al.*, 2018). El sistema de riego debe estar colocado de forma que el agua recorra las charolas superficiales hasta las inferiores, es recomendable planificar 6 a 9 riegos por día con un tiempo máximo de riego de 2 minutos. Además, en los primeros días después de siembra se debe considerar la aplicación de 0.5 g de cal por litro de agua aplicado (Hernández *et al.*, 2020).

Fertilización

El uso de fertilizantes se aplica para impulsar el desarrollo de los FVH, y su inclusión está en dependencia de los recursos de los productores. Estos insumos pueden ser convencionales u orgánicos, como: abonos foliares (Hernández *et al.*, 2020), humus (Jara, 2021), biol (Coveña, 2021; Jara, 2021; Márquez, 2022), soluciones nutritivas de macro y micro nutrientes (Castillo, 2017; Coveña, 2021; Pozo, 2021; Tomalá, 2021) y urea (Yhony *et al.*, 2018).

Cosecha

Como regla general la cosecha se realiza entre 10 a 14 días post-siembra (Figura 4), aunque este factor depende de la especie y de las condiciones. Las plantas deben presentar una altura entre 25 a 30 cm, el color de las hojas debe ser de una tonalidad verde puro y debe estar formando un colchón radicular consistente de color blanco (Hernández *et al.*, 2020).



Figura 4. Cosecha de FVH de maíz (*Zea mays*).

Fuente: Hernández *et al.* (2020).

Construcción del invernadero

La construcción de un invernadero dentro de la planificación de los FVH es crucial para asegurar buenos rendimientos y prevenir grandes pérdidas por agentes bióticos del entorno (Hernández *et al.*, 2020). El invernadero debe ser construido según la meta de rendimiento prevista y el clima de la zona. En el caso de climas cálidos la infraestructura debe ser diseñada con una altura considerable para poder controlar la temperatura y el techo debe proporcionar una sombra entre 25 a 30% y con paredes que permitan la de aire; en cambio, en clima frío es preferible desarrollar un invernadero hermético con una sombra entre 25% a 30% (Chavarría *et al.*, 2018).

2.2.3. Factores relacionados al desarrollo de FVH

Los factores que pueden afectar el rendimiento son: luz, temperatura, humedad (Hernández *et al.*, 2020), calidad de semilla, calidad de agua de riego, densidad de siembra y soluciones nutritivas (Suazo and Zelaya, 2020). Estos factores están abordados en la Tabla 3.

Tabla 3. Factores relacionados al rendimiento de FVH.

Factor	Descripción
Calidad de semilla	La semilla debe estar entera y seca, y presentar como mínimo un porcentaje de germinación de 85 a 100%.
Iluminación	A pesar de la importancia de la luz para el buen desarrollo del FVH, en sus primeros 4 a 5 días no se recomienda; no obstante, este aspecto varía según el autor y la semilla, siendo así periodos de oscuridad 16 a 48 horas.
Temperatura	La temperatura es un factor de suma importancia, ya que cada uno de los cultivos tienen su propio rango de temperatura óptima según la etapa.
Humedad	Un inadecuado manejo de la humedad puede ocasionar problemas de hongos. En un invernadero la temperatura no debe de ser menor a 70% y los valores superiores a 90% sin adecuada ventilación pueden causar enfermedades fúngicas.
Agua de riego	Rango de pH óptimo del agua de riego oscila entre 5.5 a 6.0, a excepción de las leguminosas que pueden desarrollarse en un pH de 7.5.
Densidad de siembra	Las densidades óptimas de semillas a sembrar por m ² oscilan entre 2.2 kg y 3.4 kg
Soluciones nutritivas	Incorporación de elementos que aporten nutrientes para el desarrollo de las plantas, como: fertilizantes minerales o té de compost.

Fuente: Suazo and Zelaya (2020).

2.2.4. Ventajas y desventajas

Hay ciertos aspectos relacionados al sistema productivo que pueden representar un ventaja o desventaja para el planteamiento y desarrollo de FVH.

Ventajas

- Actividad sostenible ante las afectaciones por el cambio climático (Paipa *et al.*, 2020).
- Adaptable a cualquier clima (Chavarría *et al.*, 2018).
- Uso eficiente de agua y de nutrientes (López, 2018; Suazo and Zelaya, 2020).
- Mayor eficiencia del área productiva (López, 2018; Suazo and Zelaya, 2020), llegando a producir 750-100 kg de alimento en 27m² (Sanchez, 2020).

- Menos costos de producción, uso eficiente del tiempo y mejor calidad (Suazo and Zelaya, 2020).
- Siembra y cosecha en tiempos determinados (Chavarría *et al.*, 2018).
- Efectos beneficios en parámetros productivos de animales pecuarios (Chavarría *et al.*, 2018).

Desventajas

- Los costos iniciales pueden ser altos en dependencia del área a producir (Pratesi, 2022).
- Inadecuado manejo y control de factores como pH del agua, temperatura, etc. (Pratesi, 2022).
- Poca experiencia en el manejo y control por parte del personal encargado (Suazo and Zelaya, 2020).
- En dependencia de la especie puede funcionar como suplemento, más no como dieta completa (Chavarría *et al.*, 2018).

2.2.5. Los FVH como alternativa productiva para sistemas vulnerables

En la actualidad, aspectos como la degradación y desertificación del suelo conformando un problema crucial para la soberanía alimentaria, así como para los ganaderos. Esta situación la experimentan cerca de 196 países, incluido Ecuador, el cual presenta aproximadamente 49% de sus tierras degradadas y un 22% en curso hacia la desertificación, siendo las provincias más afectadas: “Azuay, Tungurahua, Santa Elena, Chimborazo, Loja, El Oro, Manabí y Cotopaxi” (Jara, 2021).

Desde esta perspectiva, que incluye las limitaciones edáficas y otros factores, es esencial priorizar los objetivos productivos y hacer un adecuado uso de los elementos dentro de un sistema productivo ganaderos, de forma que los FVH simbolicen una vía de acción o alternativa rentable para pequeños y medianos productores ganadero, los cuales tienen que adaptarse a las condiciones del entorno, como: poca disponibilidad de áreas productivas y falta de recursos hídricos, topografía del terreno y suelos degradados que afectan la producción de forrajes (Maza, 2017; López, 2018).

2.2.6. Raciones de FVH en función de la especie

Las raciones o cantidad de FVH que se debe suministrar depende de la especie, el objetivo productivo y el estado fisiológico del animal (Tabla 4).

Tabla 4. Raciones generales de FVH de maíz según la especie.

Animal	FVH de maíz (kg /100 kg pv)	Observaciones
Vaca lechera	1.0 -2.0	Suplemento con paja de cebada y otras fibras
Vacunos de carne	0.5-2.0	Suplementar con fibra normal
Cerdos	2.0	Crecen más rápido y se reproducen mejor
Aves	25 kg de FVH por cada 100 kg de alimento seco	Mejoran el factor de conversión
Caballos	1.0	Agregar fibra y comida completa
Ovejas	1.0-2.0	Agregar fibra
Conejos	Conejos de engorde de 180 a 300 g de FVH por día Conejos de madre en lactancia, hasta 500 g de FVH por día	Suplementar con fibra y balanceado

Fuente: Quimi (2021).

En el caso de una dieta completa basada en FVH para vacas lecheras según el nivel de producción se plantean las siguientes cantidades (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo de FVH para ganado lechero.

Ganado Lechero	Consumo (kg)
Baja Producción (10-12 L)	15 kg de FVH
Mediana Producción (13-16 L)	20 kg de FVH
Alta Producción (17-20 L)) 22 kg de FVH

Fuente: Suazo and Zelaya (2020).

2.2.7. Efectos de la implementación de los FVH en animales pecuarios

Emplear FVH en la alimentación de animales de interés zootécnico puede beneficiar o perjudicar ciertos aspectos productivos; por ejemplo, la incorporación de maíz forrajero a los 14 días de germinación en la alimentación de porcinos produce una ganancia de peso, mejora la conversión alimenticia y favorece a la rentabilidad económica del sistema (Tabla 6) (Cisneros *et al.*, 2020).

Tabla 6. Comportamiento productivo en cerdos alimentados con dieta comercial y diferentes inclusiones en la dieta de FVH de maíz.

Variables	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
Peso inicial, kg	6.75	9.63	12.88	12.38	10.51
Peso Final, kg	38.29	42.05	49.69	55.05	46.38
Ganancia total de peso, kg	31.54	32.42	36.81	42.67	35.86
Ganancia diaria de peso, g día ⁻¹	375.47	385.95	438.3	508.06	426.94
Consumo total de alimento, kg	110.14	110.23	108.45	107.51	109.15
Consumo total, kg día ⁻¹	1.22	1.22	1.2	1.19	1.21
Eficiencia alimenticia, g kg ⁻¹	287.5	295	340	395	329.37
Conversión alimenticia	3.51	3.4	2.95	2.52	3.09
Relación beneficio-costos	0.86	1.02	1.39	1.99	1.31

Fuente: Cisneros *et al.* (2020). T1: 100% alimento balanceado comercial T2: 85% alimento balanceado comercial + 15% FVHM; T3: 70% alimento balanceado comercial + 30% FVHM y T4: 55% alimento balanceado comercial + 45% FVHM.

En bovinos, los FHV debido a su nivel de proteína cruda producen un aumento en el nivel de leche y de grasa (Suazo and Zelaya, 2020), siendo que la producción de leche se eleve entre un 4.2 a 18% y la grasa un 7.2 a 15.2% (Romero, Córdova and Hernández, 2016); en conejos, con una inclusión de avena hidropónica, se obtienen mejoras en el peso, en la conversión alimenticia, peso al mercado y menor índice de mortalidad (Núñez-Torres *et al.*, 2017); resultados parecidos reporta (Acosta, 2016) con inclusión de maíz hidropónico

en cabras (Tabla 7); sin embargo, en cuyes, el maíz hidropónico produce efectos adversos como: menor ganancia de peso y menor conversión alimenticia, aumento de la mortalidad y no incrementa el valor nutricional de la carne afectando la rentabilidad; en cambio, con una inclusión de alfalfa hidropónica se genera resultados favorables en los parámetros mencionados (Tubón, 2013).

Tabla 7. Comportamiento productivo de caprinos criollos alimentados con FVH de maíz.

Parámetros	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Peso vivo inicial, kg	8,50	8,59	8,90
Peso vivo final, kg	21,38	20,43	19,09
GMD, g/día	84,54	81,71	75,79
Conversión, kg MS/kg de PV	6,98	7,02	7,12

Fuente: Acosta (2016). T1: biomasa hidropónica de maíz vs. T2: concentrado + panca de maíz + biomasa hidropónica de maíz vs. T3: concentrado + panca de maíz.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

La investigación se desarrolló en Ecuador, ubicado en el hemisferio sur en las coordenadas $1^{\circ}49'52.5''$ S $78^{\circ}11.004'$ O, presenta regiones con diferentes características, ya sea en: biodiversidad, pisos altitudinales, temperaturas o precipitaciones, siendo que, las temperaturas varíen entre 8°C - 25°C y las precipitaciones rondan entre 60 mm – 4500 mm en dependencia de la región y de la provincia (Varela and Ron, 2018). En la Figura 5 se ve reflejado la ubicación del área de estudio.



Figura 5. Ubicación del área de estudio.

Fuente: Geoportal mapas (2020).

3.2. Materiales

Los materiales manejados en la investigación fueron: laptop, artículos científicos, investigaciones y otras fuentes bibliográficas (Figura 1A).

3.3. Metodología aplicada a la investigación

3.3.1. Exploración de la información

La indagación de la información relacionada con los forrajes verdes hidropónicos se realizó considerando los siguientes criterios de búsqueda.

Criterio 1. Rango de la información: A fin de recopilar toda la información relacionada a FVH, se consideró fuentes publicadas entre 2017-2022 (Figura 2A).

Criterio 2. Fuente de la información: La información o datos recuperados provienen de revistas indexadas, repositorios universitarios y otras fuentes bibliográficas.

3.3.2. Recopilación de datos agronómicos de los FVH

Los datos recuperados de las distintas investigaciones abordaron las siguientes características agronómicas y nutricionales:

- Altura de plántula (cm)
- Longitud de raíz (cm)
- Rendimiento (kg m⁻²)
- Proteínas (%)
- Fibra (%)

Además, de cada investigación solo se consideró los tratamientos y las especies con mejores resultados.

3.3.3. Recopilación de datos de parámetros productivos pecuarios

La información recuperada en esta etapa de la investigación, consistió en la recopilación de datos relacionados a los siguientes parámetros productivos:

- Ganancia de peso (g)
- Conversión alimenticia
- Rendimiento a la canal (%)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características agronómicas y calidad nutricional de FVH

Según las investigaciones encontradas y analizadas de la producción de FVH en Ecuador, se recuperó información relacionada con: lenteja, haba, avena, arroz, cebada, trigo y maíz, siendo este último la especie forrajera con mayor exploración y estudio en este campo. Es necesario mencionar que las diferencias de valores entre tratamientos y especie, es producto de la calidad de semilla y de las condiciones adoptadas para las respectivas investigaciones.

4.1.1. Altura

De la información recuperada de distintas investigaciones relacionadas con la producción de forraje verde en sistemas hidropónicos, se identificó la influencia de diferentes tratamientos sobre la altura de las especies forrajeras. Estos tratamientos incluyen la aplicación de fertilizantes inorgánicos o soluciones nutritivas, abonos orgánicos, tiempo de exposición a luz solar (oreo) y microorganismos (Figura 6).

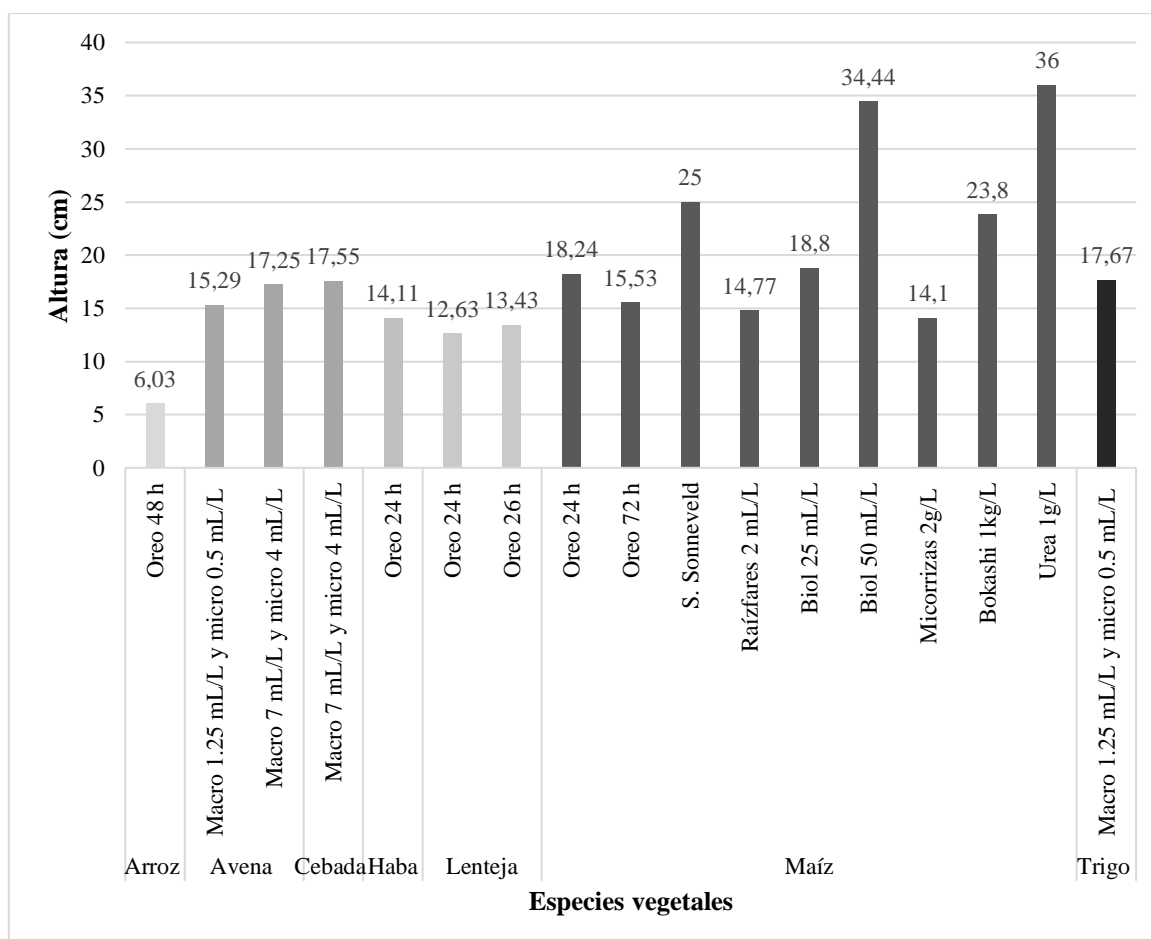


Figura 6. Valores de altura (cm) de forrajes verdes hidropónicos.

Los resultados reflejados en la Figura 6 muestran una mayor altura para la aplicación de urea (1 g L^{-1}) con 36 cm, seguido de biol (50 mL L^{-1}) con 34.44 cm y solución nutritiva Sonneveld con 25 cm para la familia Poaceae; en cambio, para las fabáceas lenteja y haba se consiguen mejores resultados en con un tiempo de oreo entre 24 a 32 h. Estos altos valores, en comparación a los otros tratamientos, está relacionada con el correcto manejo agronómico y con la inclusión de fertilizantes orgánicos y de soluciones nutritivas que aportan los nutrientes necesarios para impulsar el desarrollo de la parte aérea de la planta y beneficiar otras características agronómicas (Ordoñez *et al.*, 2018).

4.1.2. Longitud de raíz

Mediante la información recopilada, se identificó distintos tratamientos en función de la longitud de la raíz. Las investigaciones hacen énfasis en evaluar la respuesta del desarrollo radicular ante el efecto de raizfares, biol, micorrizas y tiempo de oreo. Esta información está representada en la Figura 7.

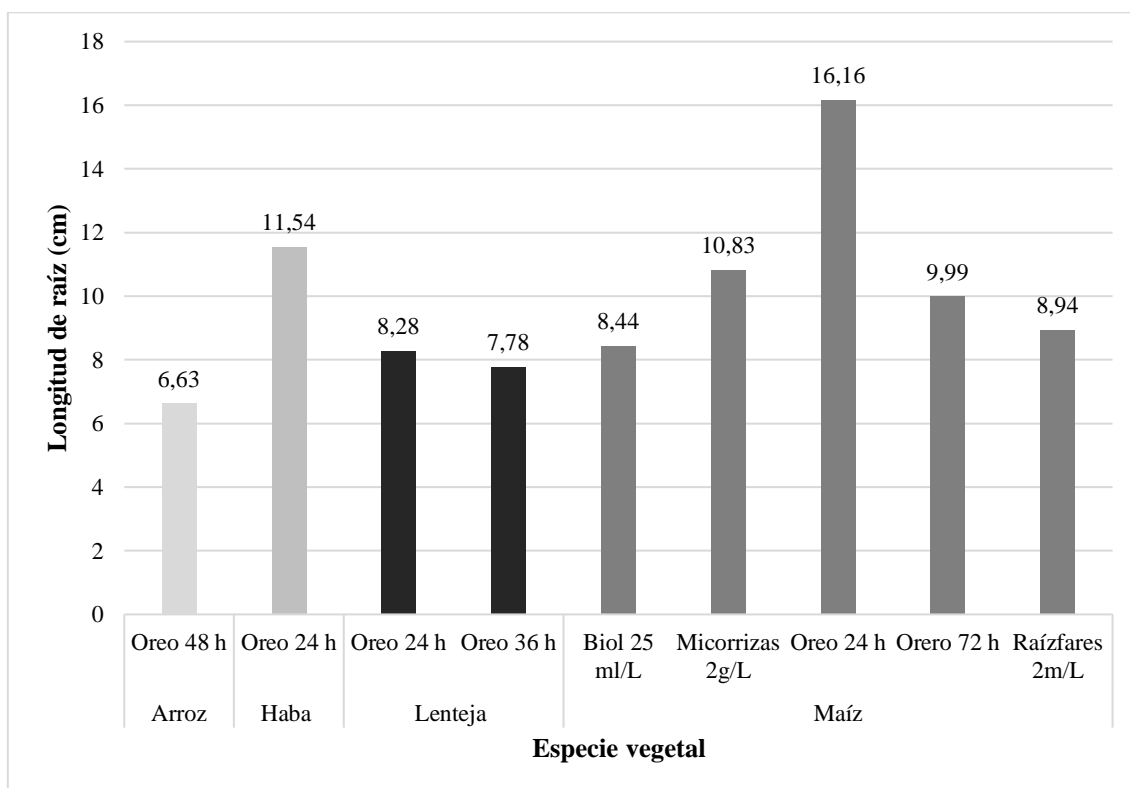


Figura 7. Valores de longitud de raíz (cm) de forrajes verdes hidropónicos.

Según los datos analizados, los tratamientos que presentaron mayor longitud de raíz fueron tiempo de oreo (24 horas) con 16.16 cm y micorrizas (1 g L^{-1}) con 10.83 cm para el caso de maíz (*Zea mays*); en el caso de las leguminosas, el haba (*Vicia faba*) presenta

un mejor resultado a un tiempo de oreo de 24h. Estos datos reflejan como un adecuado control en el tiempo oxigenación de las semillas está relacionado con el desarrollo radicular (Rezabala, 2020); en el caso de las micorrizas, es debido a su naturaleza simbiótica (mayor captación de nutrientes) que produce una mayor activación de la zona radicular (Falcón *et al.*, 2021).

4.1.3. Rendimiento

A través de la información recuperada de distintos estudios, se identificó tratamientos relacionados con la evaluación del rendimiento de los forrajes verdes hidropónicos. Estas investigaciones evalúan el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos, soluciones y tiempo de oreo tanto para gramíneas como leguminosas (Figura 8).

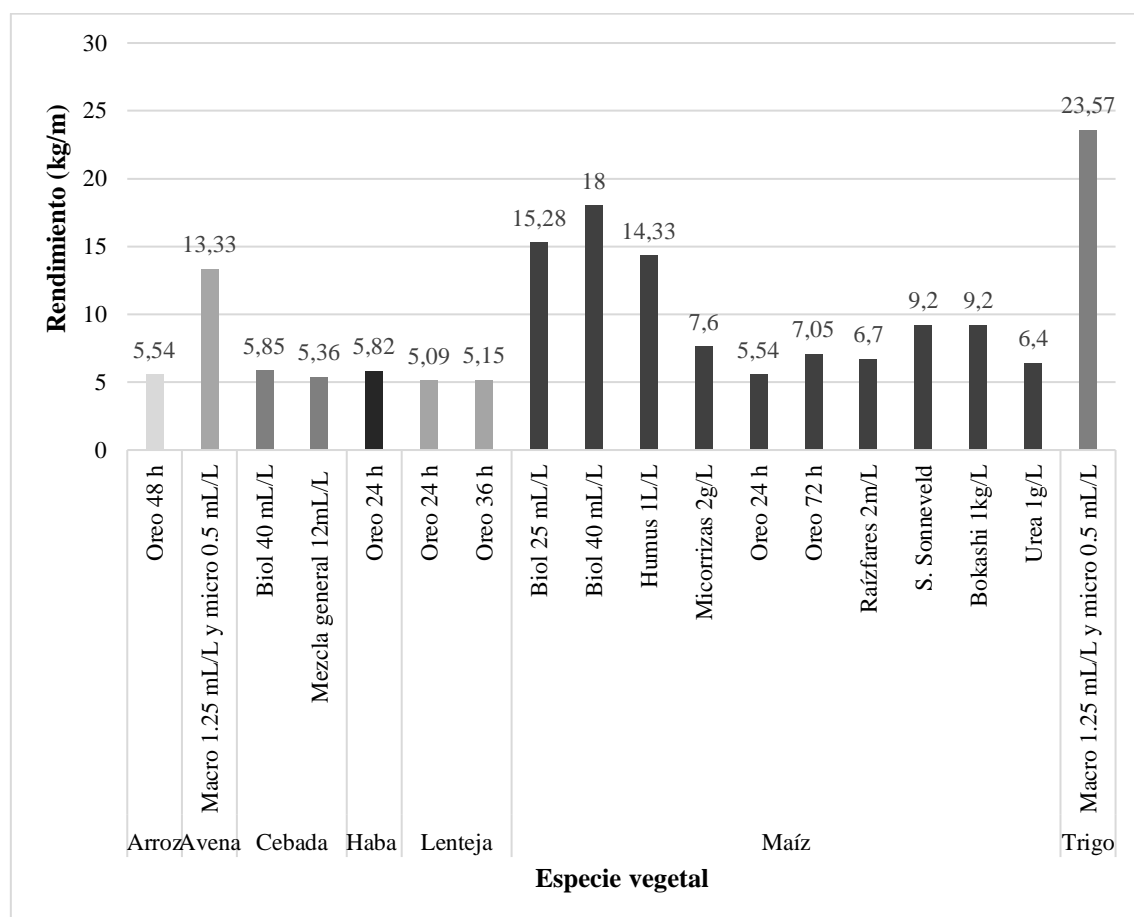


Figura 8. Valores de rendimiento (kg m^{-2}) de forrajes verdes hidropónicos.

Mediante los resultados obtenidos, se determinó que se logra obtener un mayor rendimiento por área, aplicando biol a una concentración de 25 mL L^{-1} y 40 mL L^{-1} , y humus concentración de 1 L L^{-1} , obteniendo 18 kg m^{-2} , 15.28 kg m^{-2} , 14.33 kg m^{-2} respectivamente para el caso de maíz en representación de las gramíneas; en cambio, las leguminosas alcanzan un rendimiento cercano a los 6 kg m^{-2} . Cabe mencionar, las

diferencias de rendimiento entre los tratamientos pueden estar influenciadas por distintos factores como: calidad de la semilla, densidad de siembra, temperatura y riego (Ullauri, 2018; Yhony *et al.*, 2018), estos aspectos en función de las condiciones del entorno puede afectar negativa el potencial productivo de los forrajes.

4.2.1. Proteínas

Sobre la base de la información examinada se recuperó la información relacionada con el contenido de proteínas de las FVH y los tratamientos que están relacionados con su nivel en las especies forrajeras. Esta información se encuentra detallada en la Figura 9.

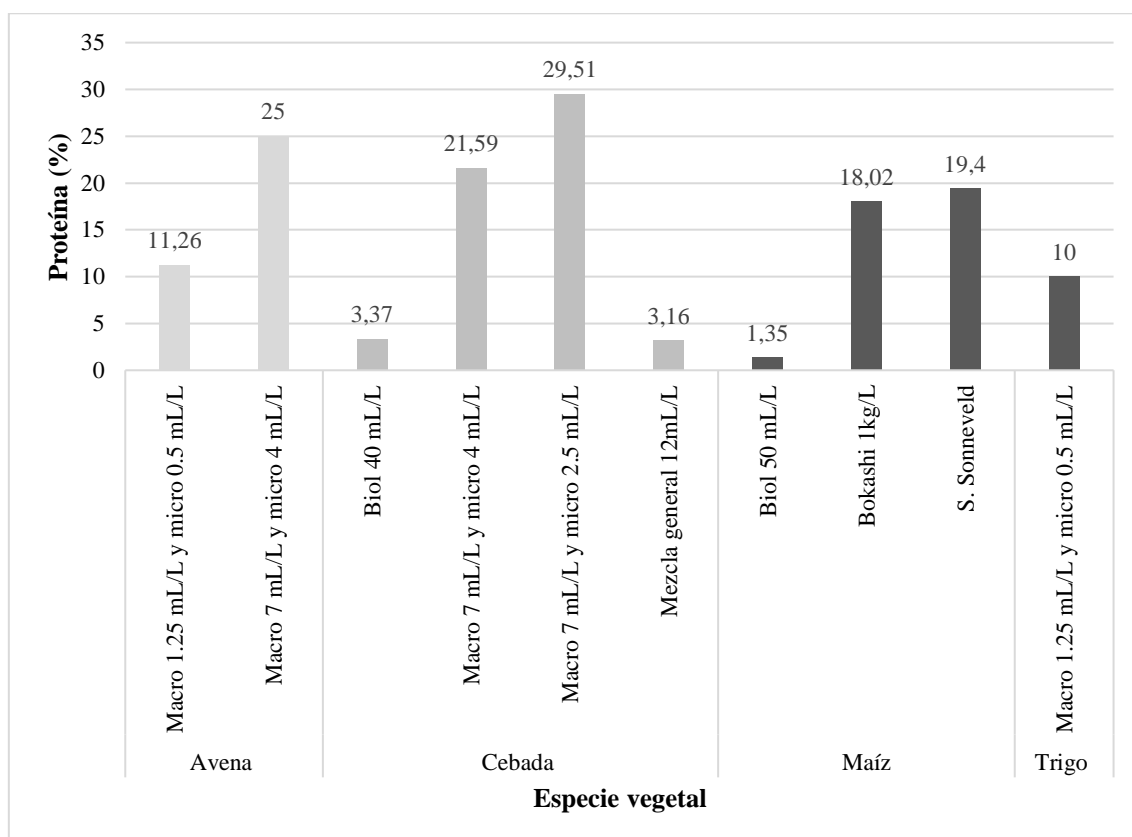


Figura 9. Nivel de proteína (%) de forrajes verdes hidropónicos.

Con la información analizada (Figura 9), se identificó que aplicación de soluciones nutritivas influye en la obtención de niveles de proteína de entre 21 a 29% para cebada (*Hordeum vulgare*) y de 18% a 19% para maíz (*Zea mays*), siendo así, las especies con mayor contenido de proteínas según las investigaciones examinadas. Tomalá (2021) considera que el porcentaje de proteínas de un forraje en condiciones hidropónicas, está influenciada por las fuentes nutricionales aplicadas al sistema, ya sea inorgánica u orgánica, puesto que ambas aportan el nitrógeno necesario para el desarrollo de proteínas; no

obstante, difieren en el nivel de asimilación, siendo más acelerada para las soluciones nutritivas.

4.2.2. Fibra

Según la información analizada de las distintas investigaciones, se logró recuperar datos del contenido de fibra de los forrajes verdes hidropónicos pertenecientes a la familia Poaceae. En la Figura 10 se muestra el efecto sobre el nivel de fibra al aplicar soluciones nutritivas (macro y micronutrientes) y de fertilizantes orgánicos en el sistema de riego.

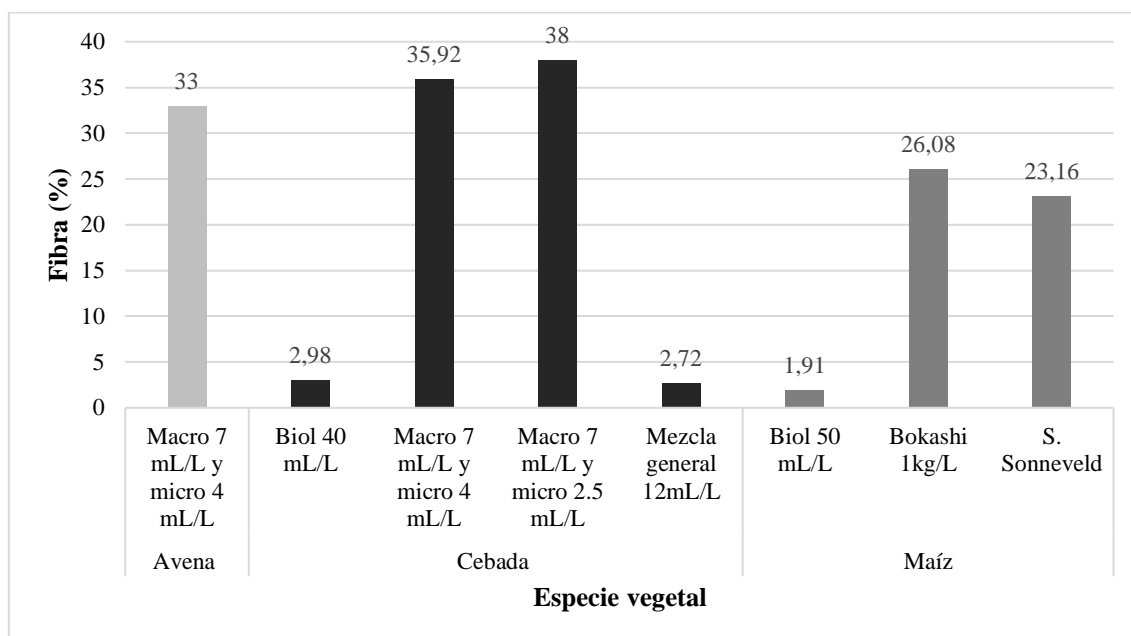


Figura 10. Nivel de fibra (%) de forrajes verdes hidropónicos.

A través de los datos mostrados en la Figura 10, se identificó que los tratamientos asociados al uso de soluciones nutritivas producen un mayor nivel de fibra, siendo la cebada (*Hordeum vulgare*) con un rango de 35 a 38% de fibra y la avena (*Avena sativa*) un 33% de fibra. Según Rosales and Pinzón (2005), las gramíneas son menos digeribles que las leguminosas debido a su mayor contenido de fibra, produciendo un menor consumo en comparación a las leguminosas; no obstante, otros factores asociados al animal pueden afectar el consumo de los forrajes como el tamaño y estado fisiológico del animal.

4.3. Efecto de los FVH sobre parámetros productivos pecuarios

4.3.1. Cuyes

Con la información analizada de las investigaciones, se identificó los efectos de la inclusión de FVH en los parámetros productivos de los cuyes. Esta información está

refleja en la Tabla 8, en donde se puede observar el efecto de la aplicación de distintos tratamientos de FVH de maíz.

Tabla 8. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellu*).

Tratamiento	Parámetro productivo	
	Ganancia diaria de peso (g)	Conversión alimenticia
30% FVH de maíz + 60% forraje habitual + 10% balanceado comercial *	55.91	3.97
FVH maíz 21 días **	6.60	2.76

Fuente: * Jumbo (2019); ** Maza (2017).

Ganancia de peso

Según los datos reflejados en la Tabla 8, una inclusión del 30% de FVH de maíz como insumo suplementario produce una ganancia de peso diaria mayor con 55.91 g, en comparación a una dieta única de FVH maíz que produce 6.60 g. Este hecho recalca lo mencionado por Chavarría et al. (2018), que los FVH pueden, según los beneficios de su aplicación funcionar como suplemento o como un alimento completo. Además, Jumbo (2019) menciona que una dieta que plantea la combinación de tres componentes (FVH + Forraje habitual + balanceado comercial) cubre en mayor medida la demanda nutricional del animal, proporcionando así la energía necesaria para el desarrollo de tejido muscular, mismo que se ve reflejado en el peso vivo del animal.

Conversión alimenticia

En la Tabla 8 se refleja que el FVH de maíz cosechado a los 21 días produce una conversión alimenticia más beneficiosa con un valor de 2.76, es decir, se necesitan aproximadamente 2.76 g de alimento para producir 1 g de peso, esta relación es menos desventajosa en comparación a la dieta combinada (FVH + Forraje habitual + balanceado comercial) mencionada por Jumbo (2019), el mismo autor sostiene que mejores resultados están ligados a las condiciones y a la raza empelada en la producción, y el valor nutricional de los elementos usados en la dieta proporcionada, según Maza (2017).

4.3.2. Pollos de engorde

A través del estudio previo de investigaciones, se reconoció el efecto del FVH de maíz sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde. Los datos de los parámetros en función según el tratamiento, está reflejada en la Tabla 9.

Tabla 9. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos de pollos de engorde (*Gallus domesticus*).

Tratamiento	Parámetro productivo		
	Ganancia diaria de peso (g)	Conversión alimenticia	Rendimiento al canal (%)
5%FVH maíz + 95% balanceado*	87.5	1.59	75.17
10%FVH maíz + 90% balanceado*	81.4	1.71	81.58

Fuente: *Quimi (2021)

Ganancia de peso

Los datos presentados en la Tabla 9 denotan que la aplicación o inclusión de un 5% de FVH de maíz más 95% de balanceado produce una ganancia diaria de peso de 87.5 g, este valor es superior a los tratamientos experimentales aplicados por Quimi (2021), en donde a mayor inclusión de FVH de maíz produce una menor ganancia diaria de peso; no obstante, estas dietas planteadas representan una buena opción en comparación otras fuentes alimenticias de resultados poco satisfactorios.

Conversión alimenticia

Según los datos mostrados en la Tabla 9, la inclusión del 5% FVH de maíz produce una conversión alimenticia beneficiosa con un valor de 1.59, es decir, por cada 1.59 kg de alimento en kilo vivo. Quimi (2021) considera que se obtienen mejores o más bajos índices de conversión alimenticia cuando los porcentajes de inclusión de los forrajes verdes hidropónicos son bajos, ya que suministrar una dieta planteada de forma incorrecta y no incluir elementos de calidad, puede producir un incremento de proteínas en el cuerpo del animal, aumentando así el índice de conversión.

Rendimiento

Los datos de la Tabla 9 demuestran que la inclusión del 10% de FVH de maíz más 90% de balanceado comercial produce un rendimiento al canal de 81.58%. Quimi (2021) considera que la fuente o el tipo de balanceado empleado en la dieta juega un rol importante en la resolución de este parámetro, siendo que aumente o disminuya el % de rendimiento. Según Hernández et al. (2020) poder conseguir un porcentaje de rendimiento entre los 70% 0 75% en aves de engorde, se está asegurando una adecuada producción de kg de carne por ave.

4.3.3. Conejos

En la Tabla 10 se presentan los valores identificados de la aplicación de FVH de maíz en la alimentación de conejos y su efecto sobre los parámetros productivos.

Tabla 10. Efecto de los FVH de maíz en los parámetros productivos hasta los 45 días de edad en conejos (*Oryctolagus cuniculus*).

Tratamiento	Parámetro productivo		
	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia	Rendimiento al canal (%)
70% de rastrojo de maíz + 30% forraje verde hidropónico de maíz*	367.75	3.85	68
55% de rastrojo de maíz + 45% forraje verde hidropónico de maíz*	331	4.53	68

Fuente: *Bernabé (2021).

Ganancia de peso

En la Tabla 10 se muestra que la inclusión del 30% de FVH de maíz presenta una mayor ganancia de peso con 367.75 g, en comparación a la inclusión del 45%. Bernabé (2021) considera que la ganancia de peso en conejos es un factor que no solo refleja la calidad nutricional de los elementos que conforman la dieta, si no la aceptabilidad de los animales ante la posibilidad de nuevos alimentos.

Conversión alimenticia

Según los datos reflejados en la Tabla 10, la inclusión del 30% de FVH de maíz en la alimentación de conejos produce una conversión alimentaria más eficiente con un valor de 3.85, es decir, se precisan 3.85 g de alimento para producir 1 g de peso vivo. Estos valores son favorables al compararlos con los resultados expuestos por Núñez-Torres et al. (2017), mismos que obtuvieron una conversión de 5.5 empleando una dieta completa de FVH de avena.

Rendimiento al canal

Los datos presentados en la Tabla 10 demuestran que se obtiene los mismos rendimientos al canal (68%) con la inclusión de 30 o 45% de FVH de maíz. Estos datos reflejan que el uso de forrajes verdes hidropónicos en la dieta de conejos tiende a presentar rendimientos superiores al 50%, y la inclusión de otros insumos incrementa (FVH deshidratado) beneficia el rendimiento y la ganancia de peso (Bernabé, 2021).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En la familia Poaceae, con respecto a las características agronómicas de altura y longitud de raíz, el FVH de maíz es el representante más notorio; en cambio, en rendimiento por área el FVH de trigo y avena ostentan mejores resultados. En la calidad nutricional, el FVH de maíz y avena presentaron los niveles más altos de proteína; mientras que, los contenidos de fibra de los FVH de cebada y fibra exhibieron valores superiores.

En la familia Fabacea, el FVH de haba presentó los valores más altos con respecto a las características agronómicas de altura, longitud de raíz y rendimiento por área. En cuanto a la calidad nutricional, las investigaciones abordadas no proporcionan los niveles de proteína y fibra al momento de cosecha.

La respuesta de cuyes, pollos de engorde y conejos a 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, los resultados o el comportamiento productivo es satisfactorio con un adecuado nivel de inclusión de FVH que permita el planteamiento de una dieta balanceada.

Recomendaciones

- Emplear semillas que aseguren buenos rendimientos y compensen el uso de recursos.
- Realizar investigaciones que demuestren la calidad nutricional de las leguminosas para su consideración de la alimentación de animales zootécnicos.
- Desarrollar investigaciones que demuestren los beneficios de los FVH de gramíneas y leguminosas en los animales de interés pecuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acosta, B. (2019) *Plantas hidropónicas: Tipos, Lista de ejemplos y cómo cultivarlas*. *ecologiaverde.com*. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/plantas-hidroponicas-tipos-lista-de-ejemplos-y-como-cultivarlas-2159.html>. Consultado en: 5/10/22.

Acosta Lozano, N.V. (2016) *Evaluación de la biomasa hidropónica de maíz como alimento para caprinos criollos en crecimiento-ceba*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

Bernabé Tomalá, I.J. (2021) *Evaluación del comportamiento productivo del conejo (Oryctolagus cuniculus) en crecimiento alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Bernal, L., 2021. Beneficios del uso de forraje verde hidropónico. Bernal, L. (2021) *Beneficios del uso de forraje verde hidropónico*. Universidad de la Salle. Disponible en: <https://www.lasalle.edu.co/Noticias/InvestigacionPertinente/uls/Beneficios-del-uso-de-forraje-verde-hidroponico>. Consultado en: 5/13/22.

Castillo Valdivieso, J.R. (2017) *Producción de biomasa y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de Avena sativa L. y Hordeum vulgare L. con dos cortes sucesivos*. Tesis. Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales, Universidad Nacional de Loja.

Chavarría T.A., Castillo-Castro, S. and Blanco-Roa, E. (2018) 'El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja', *Revista Iberoamericana Bioeconomía Cambio Climático*, 4(8), pp. 1032–1039.

Cisneros, P., Aniano, H., Martínez-Martínez, R., Gómez, A., Maldonado, M. de los Á. and Ayala, M.A. (2020) 'Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca', *Revista Mexicana de Ciencia Agrícolas*, 11(24), pp. 247–253.

Coveña Morales, N.E. (2021) *Desarrollo de forraje verde de cebada (Hordeum vulgare) en condiciones hidropónicas*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

Falcón, E., Cobas, M., Bonilla and M., Rodríguez, O. (2021) ‘Efecto del sustrato y la micorriza arbuscular en el sistema radical y estado nutricional de Swietenia mahagoni L. Jacq’, *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9 (3), pp.395–411.

Forero, L., Gamba, F., 2018. *Apropiación del conocimiento: Semilleros en acción*. Universidad de la Salle.

García, E. (2020) *Hidroponía, el sistema óptimo para producir súper alimentos*. Interempresas. Disponible: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/321189-Hidroponia-el-sistema-optimo-para-producir-super-alimentos.html>. Consultada en: 5/10/22.

Hernández, L., Masís, R., Suazo, G., Borge, M., 2020. *Guía técnica N° 26 usos del forraje verde hidropónico en pollos de engorde*.

Jara Alarcón, E.M. (2021) *Producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) con abonos orgánicos, cantón Samborondón, provincia del Guayas*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

Jumbo Elizalde, J.J. (2019) *Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (Zea mays) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (Cavia porcellus) en la provincia de Loja*. Tesis. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.

Paipa, L., Bernal, L., Conde, A., Quijano, N. and Bula, K. (2020) ‘El forraje verde hidropónico: una alternativa sostenible en tiempos a sostenible en tiempos de cambio climático’, *Revista Ámbito Investigativo*, 5 (2).

López, J. (2018) ‘La producción hidropónica de cultivos’, *Revista Idesia Arica*, 36 (2), 139–141.

Márquez Velez, M.E. (2022) *Influencia de la calidad del agua sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays)*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

Maza Cumbicos, F.P. (2017) *Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en diferentes estados de madurez en el engorde de cuyes en la Hoya de Loja*. Tesis. Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales, Universidad Nacional de Loja.

Mera Zambrano, A.E. (2018) *Evaluación hidropónica de dos variedades de Zea mays (Maíz) valorando tiempos y enraizadores orgánicos e inorgánicos*. Tesis. Facultad de Ciencias Naturales de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Morales, D., Jiménez, S., Burneo, J.I. and Capa, E.D. (2020) ‘Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional’, *Revista de Ciencia and tecnología Agropecuaria*, 21(3), pp.1–16.

Cristian Muñoz, F.B., Michael Montañez, L.O. and Nelson Higuera, U.D. (2021) *Construcción de un sistema hidropónico automatizado para implementación en comunidad wayúu del departamento de la guajira*. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Geoportal Mapas (2017). *Geoinformacion de Ecuador. Geoportaligm.gob.ec* Disponible en: <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/geoinformacion/>. Consultado en: 5/11/22.

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

Ordoñez, E., III Idrogo, E. and Corrales, N. (2018) ‘Soluciones nutritivas para el germinado hidropónico de *Hordeum vulgare*’, *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(2), pp.389–395.

Pozo Rosales, C.O. (2021). *Evaluación de la producción de biomasa y composición nutricional del forraje verde hidropónico (Zea mayz) frente a la aplicación de silicio (si)*. Tesis de. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Pratesi, N., 2022. *Hidroponía guía completa para principiantes: La guía completa para el agricultor hágalo usted mismo sobre cómo cultivar frutas y verduras desde la comodidad de su hogar.*

Quimi García., F.J. (2021) *Comportamiento productivo de pollos de engorde con la inclusión de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz en la alimentación.* Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rezabala Zavala, H.J. (2020) *Rendimiento productivo a diferentes tiempos de oreo, de gramíneas y leguminosas como forraje verde hidropónico, para alimentación animal.* Tesis. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.

Romero, M.E., Córdova, D. and Hernández, E. (2016) *Producción de forraje verde hidropónico y su aceptación en ganado lechero.* Engormix. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/produccion-forraje-verde-hidroponico-t32496.htm>. Consultado en: 2/1/22.

Rosales, R.B. and Pinzón, S.S. (2005) 'Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales', *Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria.* 6 (5), pp. 69-82.

Ross, N., 2017. *Hidroponía: La Guía Completa de Hidroponía Para Principiantes.* Babelcube Inc.

Sánchez, A. (2020) *Argentinos producen forraje verde hidropónico para alimentación animal.* Infocampo. Disponible en: <https://www.infocampo.com.ar/argentinos-producen-forraje-verde-hidroponico-para-alimentacion-animal/>. Consultado en:5/13/22.

Suazo, D.A. and Zelaya, A. (2020) *Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura.*

Tomalá Flores, N.M. (2021) *Producción de forraje verde hidropónico bajo la aplicación de biofertilizantes.* Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Tubón Siza, M. de los Á. (2013) *Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad*. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato.

Ullauri Bastidas, J.A. (2018) *Evaluación nutricional y bromatológica de germinado de maíz hidropónico pioneer p3862 para alimentación complementaria en producción animal*. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Guayaquil.

Varela, L.A. and Ron, S.R. (2018) *Geografía y clima. BIOWEB Pontif. Univ. Católica Ecuad.* Disponible en: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>. Consultado en:5/31/22.

Yhony, V.L., Fernando, A.V., Francisco, O.I., Luis, A.C.J. and Julio, G.O. (2018) 'Producción de tres variedades de Forraje verde hidropónico con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado', *Revista Journal Selva Andina Res. Soc.*, 9(2):120-126.

ANEXOS

Anterior 1 Siguiendo

Gregorio

Torres Tigrero, Carlos
Marcelo 1

Fecha de publicación	Título	Autor(es)
2022-06-01	Comportamiento productivo del cuy, <i>Cavia porcellus</i> , en crecimiento utilizando diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz en su alimentación	<i>Andrade Yucailla, Verónica Cristina; De La Cruz Gabino, Rosa Angélica</i>
2017-12	Plan de negocios para una empresa productora y comercializadora de forraje verde hidropónico (FVH), para alimentación de ganado caprino en la Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena	<i>Villacrés Matías, Julio MSc.; Rodríguez Caiche, Omar Fabricio</i>
2021-10-26	Comportamiento productivo de pollos de engorde con la inclusión de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz en la alimentación.	<i>Andrade Yucailla, Verónica Cristina; Quimi García, Francisco Joel</i>
2015	Efecto de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha en el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz (<i>Zea mays</i>) en Santa Elena	<i>Suárez Reyes, Yuinson Gregorio</i>
2018	Análisis comparativo de costos de inversión de sistemas hidropónicos	<i>Pertierra Lazo, Rosa; Torres Tigrero, Carlos Marcelo</i>

Título

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO 3

CABRA 2

FORRAJE 2

NUTRICIÓN 2

ADICIÓN 1

ANÁLISIS ECONÓMICO 1

BROILER 1

CABRITOS 1

Figura 1A. Búsqueda de investigaciones en repositorios universitarios.

JOURNAL OF THE
**Selva Andina
Research Society**
Official Journal of the Selva Andina Research Society

Nota de Investigación

ISSN 2072-9294 (print edition)
JSARS
ISSN 2072-9808 (online edition)

Producción de tres variedades de Forraje verde hidropónico con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado

Production of three varieties of hydroponic green forage with different doses of nitrogen fertilizer

Valverde-Lucio Yhony, Ayón-Villao Fernando, Orlando-Indacochea Francisco, Alcivar-Cobeña José Luis, Gabriel-Ortega Julio*

Datos del Artículo	Resumen
<p>Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), km 1.5 vía a Noboa, Campus Los Angeles, Jipijapa Manabí, Ecuador. yhony.v.valverde@unesum.edu.ec fernando.ayon@unesum.edu.ec jose.alcivar@unesum.edu.ec nelson.orlando@unesum.edu.ec</p> <p>*Dirección de contacto: Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí 10 (UNESUM), km 1.5 vía a Noboa, Campus los Angeles, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Telf: 05-11 2600229. Julio Gabriel-Ortega. E-mail address:</p>	<p>En el cantón San Vicente, provincia de Manabí, Ecuador, se estableció los cultivos de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo como forraje verde hidropónico (FVH), los objetivos fueron: i) determinar la variedad de FVH de mayor respuesta productiva a nivel de peso con diferentes dosis de fertilización nitrogenada (FN), ii) comprobar la producción de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo como forraje verde hidropónico (FVH) y iii) evaluar mediante un análisis de beneficio/costo el tratamiento de mayor rentabilidad productiva. Los factores de estudio fueron: Factor A: Variedades, se probó al maíz amarillo variedad INIAP 542, maíz blanco INIAP 528 y sorgo forrajero variedad Pampa verde. Factor B: dosis nitrogenadas de 1, 2 y 3 g/L, correspondiente a 460, 920 y 1380 ppm. El experimento fue implementado en un diseño de experimental de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de 3 x 2, con nueve tratamientos y cinco repeticiones, con 45 unidades experimentales. Los resultados determinaron mayor crecimiento del maíz blanco a 1g de FN/L de agua, con 36.40 cm de longitud, mayor peso se obtuvo del maíz amarillo a 1 g de FN/L con 6.60 kg por bandeja de 50 cm x 70</p>

Figura 2A. Búsqueda de investigaciones en sitios web de revistas indexadas.

INVESTIGACIONES

Cod.	Año	Autor	Especie empleada	Uso de FVH	Potencial como	Efecto en ar	ANIMAL
IN_2	2010	Adolfo Sánchez Laiño, y otros	MAIZ	DESHIDRATADO	NO	SI	CONEJOS
IN_5	2008	César Ramiro Casa Hernandez	AVENA, CEBADA, MAIZ	FRESCO	NO	SI	CUYES
IN_8	2019	Johanna Jackeline Jumbo Elizalde	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CUYES
IN_9	2012	Juana Janeth Demera Castro	MAIZ	HARINA, DESHIDRA	NO	SI	CONEJOS
IN_11	2009	Nadia Antonia Romero Padilla	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CERDOS
IN_12	2021	Irving Josué Bernabé Tomalá	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CONEJOS
IN_13	2021	Lissette Susana Solano Quinde.	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CABRITOS CRIOLLOS
IN_15	2021	Evelyn Paola Ponce Ávila	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS CAMPEROS
IN_16	2021	Carlos Aurelio Rubira Gutiérrez	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CABRITOS CRIOLLOS
IN_17	2021	Francisco Joel Quimi García.	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS DE ENGORDE
IN_19	2021	Frixon Guhider Solano Torres	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS DE ENGORDE
IN_20	2021	José Antonio Gonzabay Soriano	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS CAMPEROS
IN_21	2008	Marcia Mónica Sinchiguano	AVENA, CEBADA, MAIZ	FRESCO	SI	SI	CUYES
IN_22	2016	MARÍA ANGÉLICA SAMANIEGO (MAIZ	FRESCO	NO	SI	CUYES
IN_23	2005	PASCUAL GUAILLA CARGUACHI	CEBADA	BALANCEADO	NO	SI	CONEJOS
IN_24	2007	MARÍA ISABEL GÓMEZ HIDALGO	MAIZ, CEBADA	FRESCO	SI	SI	CUYES
IN_25	2005	SILVIA KARINA LEON TORRES	MAIZ	FRESCO	SI	SI	CONEJOS
IN_26	2005	DANIEL RENATO CALLES ARIAS	CEBADA	FRESCO	SI	SI	VACAS LECHERAS
IN_32	2021	George Hagy Vélez Resabala	MAIZ	HARINA, DESHIDRA	NO	SI	POLLOS DE ENGORDE
IN_33	2021	Victores Ponce Jhon Jairo	MAIZ	HARINA, DESHIDRA	NO	SI	POLLOS DE ENGORDE
IN_34	2021	Domínguez Quijije Erick Alexander	MAIZ	HARINA, DESHIDRA	NO	SI	POLLOS DE ENGORDE
IN_41	2019	CHRISTIAN FABIAN ZÚÑIGA SAL.	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS CAMPEROS
IN_43	2018	RICARDO MAURICIO ALVAREZ F	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS CAMPEROS
IN_44	2018	DIEGO ARMANDO CASIGNIA COI	MAIZ	FRESCO	NO	SI	POLLOS CAMPEROS
IN_45	2016	Néstor Vicente Acosta Lozano	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CABRAS CRIOLLAS
IN_46	2017	Fanny Patricia Maza Cumbicos	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CUYES
IN_47	2017	Núñez Torres Oscar Patricio y otros	AVENA	FRESCO	NO	SI	CONEJOS
IN_50	2010	Verónica Andrea Acaro Orbe	MAIZ	FRESCO	NO	SI	CUYES
IN_52	2011	María Dolores Ordóñez Ordóñez	MAIZ, AVENA	FRESCO	SI	SI	CUYES
IN_53	2016	Daniel Leonardo Caraguay Satama	AVENA	FRESCO	NO	SI	CUYES

Figura 3A. Compilación de investigaciones de FVH.

Potencial como cultivo

Cod.	Año	Autor	Especie en	VARIABLES				
				Altura	Raíz	Rendimier	Proteína	Fibra
IN_1	2018	Aurora Emperz	MAIZ	Revisado	Revisado	Revisado	No aplica	No aplica
IN_4	2021	Nilson Mario	MAIZ	Revisado	No aplica	Revisado	Revisado	Revisado
IN_6	2020	Dayana Beatri	AVENA, TRIGO	REVISADO	No aplica	Revisado	Revisado	No aplica
IN_14	2021	Cristhian Orlan	MAIZ	REVISADO	No aplica	Revisado	Revisado	Revisado
IN_28	2020	REZABALA ZAV.	MAIZ, ARROZ	REVISADO	Revisado	Revisado	No aplica	No aplica
IN_30	2018	Aurora Emperz	MAIZ	REVISADO	Revisado	Revisado	No aplica	No aplica
IN_35	2022	MICHAEL ERICK	MAIZ	REVISADO	No aplica	Revisado	Revisado	Revisado
IN_36	2021	ESTHER MELBA	MAIZ	REVISADO	Revisado	Revisado	No aplica	No aplica
IN_37	2021	NAARA ESTEFA	CEBADA	REVISADO	No aplica	Revisado	Revisado	Revisado
IN_38	2018	JUAN JESÚS PÉI	MAIZ	REVISADO	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
IN_39	2018	TANNYA CRISTI	MAIZ	REVISADO	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
IN_40	2018	JENIFFER ANA I	MAIZ	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
IN_42	2018	JOICE ELIZABET	MAIZ	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
IN_48	2018	Valverde Lucic	MAIZ, SORGO	REVISADO	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
IN_51	2017	James Rodrig	AVENA, CEBADA	REVISADO	No aplica	No aplica	Revisado	Revisado

Figura 4A. Selección de investigaciones con información de características agronómicas y calidad nutricional de FVH.

Cod	Fecha	Autor	Especie Vegetal	Especie Animal	ESTADO
IN 8	2019	Johanna Jackeline	MAIZ	CUYES	REVISADO
IN 12	2021	Irving Josué Bernal	MAIZ	CONEJOS	REVISADO
IN 17	2021	Francisco Joel Quir	MAIZ	POLLOS DE ENGORDE	REVISADO
IN 19	2021	Frixon Guhider Sol	MAIZ	POLLOS DE ENGORDE	REVISADO
IN 32	2021	George Hagy Vélez	MAIZ	POLLOS DE ENGORDE	NO APLICA
IN 33	2021	Victores Ponce Jho	MAIZ	POLLOS DE ENGORDE	NO APLICA
IN 46	2017	Fanny Patricia Maz	MAIZ	CUYES	REVISADO
IN 47	2017	Núñez Torres Osa	AVENA	CONEJOS	REVISADO

Figura 5A. Selección de investigaciones con información de parámetros productivos de animales de interés pecuario.

[IN 51](#) 2017 James Rodrigc AVENA, CEB REVISADO No aplica No apli

MAIZ	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg/m ²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Oreo (24h)B	18,24	16,16	5,54	-	-
Oreo (72h)A	15,53	9,99	7,05	-	-
Raizfares (2ml/L)A	14,77	8,94	6,7	-	-
Biol (50 ml de biol/2L) D	18,08	8,44	15,28	-	-
Biol (50mL/L) C	34,44	-	18	1,35	1,91
Micorizas (2g/L) A	14,1	10,83	7,6	-	-
Bokashi (1kg/L) E	23,8	-	9,2	18,02	26,08
Urea (1g/L) F	35-36	-	6,4	-	-
Solución nutritiva Sonneveld	25 G	-	9,2E-8G	22,13E-16,66G	26,18E-20,15G
Humus liquido de lombriz (2L humus)	17,94	8,07	14,33	-	-

A Mera (2018) IN_1 D Jara (2021) IN36 Jozo (2021) IN14
 B Rezabala E Tomalá (2021) IN4
 C Márquez Valverde (2018) IN48

Cuadro 3. Valores promedios de altura de planta (cm)

Tratamientos	Promedios
Factor A: Tipos de maíz	
Amarillo	14,61
Blanco	14,26
Tukey al 0,05%	Ns
Factor B: Tiempo de oreado	
72 horas	15,53 a
48 horas	13,34 b
Tukey al 0,05%	1,37
Factor C: Tipos de enraizadores	
Raizfares	14,77
Micorriza	14,10
Tukey al 0,05%	Ns
Tipos de maíz * Tiempo de oreado	
Amarillo x 72 horas	15,91
Blanco x 72 horas	15,15
Blanco x 48 horas	13,37
Amarillo x 48 horas	13,30
Tukey al 0,05%	Ns
Tipos de maíz * Tipos de enraizadores	
Amarillo x Raizfares	15,10
Blanco x Raizfares	14,43
Amarillo x Micorriza	14,11

Figura 6A. Extracción preliminar de información de características agronómicas y calidad nutricional de FVH.

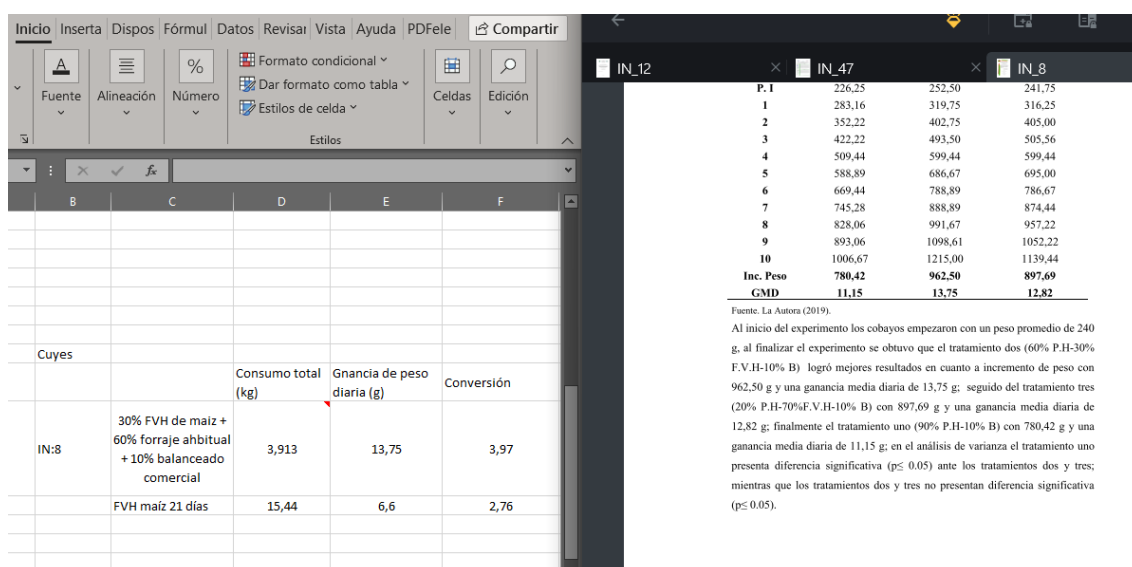


Figura 7A. Extracción preliminar de datos de parámetros productivos de animales pecuarios.

Tabla 1A. Información de FVH de maíz extraída de investigaciones publicadas entre 2017 a 2022.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m ⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)	Fuente
Oreo (24h)	18.24	16.16	5.54	N	N	Rezabala (2020)
Oreo (72h)	15.53	9.99	7.05	N	N	Mera (2018)
Raízfares (2ml/L)	14.77	8.94	6.7	N	N	Mera (2018)
Biol (50 mL biol/2L agua)	18.08	8.44	15.28	N	N	Jara (2021)
Biol (50mL biol/L agua)	34.44	N	18	1.35	1.91	Márquez (2022)
Micorrizas (2g/L)	14.1	10.83	7.6	N	N	Mera (2018)
Bokashi (1kg/L agua)	23.8	N	9.2	18.02	26.08	Tomalá (2021)
Urea (1g/L agua)	36	N	6.4	N	N	Yhony et al. (2018)
Solución nutritiva Sonneveld	25 ^g	N	9.2-8	22.13*- 16.66**	26.18*- 20.15**	*Tomalá (2021); **Pozo (2021)
Humus (2L humus/2L agua)	17.94	8.07	14.33	N	N	Jara (2021)

N, sin información.

Tabla 2A. Información de FVH de arroz extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m ⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Oreo (48h) *	18.24	16.16	5.54	N	N

N, sin información

Fuente: * Rezabala (2020)**Tabla 3A.** Información de FVH de avena extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m ⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Solución nutritiva					
1.25 ml/L macro y 0.5 ml/L micro **	15.59	N	13.23	11.26	N
7 ml/L macro y 4 ml/L micro *	17.25	N	N	25	33

N, sin información

Fuente: *Castillo (2017); **Morales et al. (2020).**Tabla 4A.** Información de FVH de trigo extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m ⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Solución nutritiva de 1.25 ml/L macro y 0.5 ml/L micro*	17.67	N	23.57	10	N

N, sin información

Fuente: *Morales et al. (2020)**Tabla 5A.** Información de FVH de cebada extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m ⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Solución nutritiva					
Mezcla general 12m/L**	19.23	N	5.36	3.16	2.72
7 ml/L macro y 4 ml/L micro *	17.55	N	N	21.59	35.92
7 ml/L macro y 2.5 ml/L micro *	15.55	N	N	29.51	38
Biol (40 ml biol/L agua)**	18.3	N	5.85	3.37	2.98

N, sin información

Fuente: *Castillo(2017);** Coveña (2021).

Tabla 6A. Información de FVH de haba extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Oreo (24h) *	14.1	11.54	5.82	N	N

N, sin información

Fuente: *Rezabala (2020).

Tabla 7A. Información de FVH de haba extraída de trabajos científicos.

Tratamientos	Altura (cm)	Longitud de raíz (cm)	Rendimiento (kg.m⁻²)	Proteínas (%)	Fibra (%)
Oreo					
24 horas*	12.63	8.28	5.09	N	N
36 horas*	13.43	7.78	5.15	N	N

N, sin información

Fuente: *Rezabala (2020).