



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA**  
**Y VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACION**

Componente practico del examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

Impacto de la Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz  
(*Zea mays L.*) como suplemento en la alimentación de cerdos.

**AUTOR:**

Wellington Wladimir Benítez Loja

**TUTORA:**

Ing. María Gabriela Cabanilla Campos. MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2024**

## RESUMEN

La presente investigación hace referencia a la “Producción de Forraje Verde Hidropónicos de maíz (*Zea mays L.*) como suplemento en la alimentación de cerdos”, donde el objetivo general planteado es analizar el impacto de la producción de FVH como suplemento en la alimentación de cerdos. La metodología empleada se basó en una investigación básica-descriptiva, el cual se realizó mediante un análisis documental de la recopilación de información de citas bibliográficas lo que permitió una visión amplia de la temática estudiada, la importancia de la alimentación balanceada en cerdo, definición de forraje hidropónico los valores nutricionales que aportan los cultivos hidropónicos en la alimentación de los cerdos además, los costos en alimentación aplicando los forrajes hidropónicos como suplementación alimenticia en cerdos también de los beneficios, valores nutricionales que aporta el cultivo. En los resultados indican que el maíz cultivado hidropónicamente como forrajes verdes, ofrecen un perfil excepcional de proteínas, vitaminas y minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo de porcinos, disminuyendo la dependencia de insumos comerciales. Además, el FVH es altamente palatable, lo que incrementa la ingesta de alimento y la ganancia de peso diaria de los cerdos, promoviendo una alimentación más equilibrada y natural. Las conclusiones detallan que el FVH, mejora de salud digestiva y fortalecimiento del sistema inmunológico, combinando un 45% del FVH con un 55% de balanceado comercial optimizado el rendimiento y producción eficiente de los cerdos en cuanto a los costos de alimentación en la aplicación del cultivo de forraje verde hidropónico es sostenible a largo plazo, aunque la inversión inicial sea, alta por los gastos de la implementación, reduce los tiempos de producción y garantiza la calidad nutricional.

**Palabras claves:** Cerdos, Forraje, Hidroponía, suplementación, producción

## SUMMARY

The present research refers to the "Production of Hydroponic Green Forage of corn (*Zea mays*) as a supplement in pig feeding", where the general objective is to analyze the impact of the production of FVH as a supplement in pig feeding. The methodology used was based on a basic-descriptive research, which was carried out through a documentary analysis of the collection of information from bibliographic citations, which allowed a broad vision of the subject studied, the importance of balanced feeding in pigs, definition of hydroponic forage, the nutritional values that hydroponic crops provide in the feeding of pigs, in addition, the feeding costs of applying hydroponic forage as nutritional supplementation in pigs, as well as the benefits and nutritional values that the crop provides. The results indicate that corn grown hydroponically as green forage offers an exceptional profile of proteins, vitamins and minerals essential for the growth and development of pigs, reducing dependence on commercial inputs. In addition, FVH is highly palatable, which increases the feed intake and daily weight gain of pigs, promoting a more balanced and natural diet. In conclusion, improvement of digestive health and strengthening of the immune system, combining 45% of FVH with 55% of commercial balance optimized the performance and efficient production of pigs in terms of feeding costs in the application of green forage cultivation Hydroponic is sustainable in the long term, although the initial investment is high due to implementation costs, it reduces production times and guarantees nutritional quality.

**Keywords:** Pigs, Forage, Hydroponics, supplementation, production

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5
1.4.2. Objetivos específicos. ....	5
1.5. Líneas de investigación.....	5
2. DESARROLLO.....	6
2.1 Marco conceptual.....	6
2.1.1. Producción de cerdos en el Ecuador.....	6
2.1.2. Sistemas de producción porcina más utilizados en el Ecuador. ....	7
2.1.2.2. Sistema de producción extensivo .....	7
2.1.3. Importancia de la alimentación balanceada en cerdo. ....	8
2.1.4. Definición de forraje hidropónico. ....	9
2.1.5. Forraje verde hidropónico frente a métodos tradicionales. ....	9
2.1.6. Ventajas y desventajas del uso del forraje hidropónico en la alimentación animal.....	10
2.1.6.1. Ventajas. ....	10
2.1.6.2. Desventaja. ....	10
2.1.7. Técnicas y tipos de cultivo hidropónico para maíz. ....	10
2.1.8. Beneficios que tiene el FVH de maíz en la alimentación de los cerdos.....	12

2.1.9. Valores nutricionales que aportan los cultivos hidropónicos en la alimentación de los cerdos. ....	13
2.1.10. Impacto Nutricional del FVH de Maíz en Distintas Etapas de Crecimiento de los Cerdos. ....	14
2.1.11. Costos en alimentación aplicando los forrajes hidropónicos como suplementación alimenticia en cerdos. ....	16
2.2. Marco metodológico. ....	18
2.3. Resultados. ....	18
2.4 Discusión de resultados, ....	19
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
3.1. Conclusiones.....	20
3.2. Recomendaciones.....	21
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	22
4.1. Referencias bibliográficas .....	22
4.2 Anexos.....	28

## Índice de tabla.

Tabla 1. Requerimiento nutricional del cerdo. ....	8
Tabla 2. Beneficio del FVH en la alimentación de cerdos en distintas etapas.....	12
Tabla 3. Nutrientes que aportan el FVH en cerdos. ....	14
Tabla 4. Costos y beneficios de FVH en producción de cerdos a mediana escala. .....	17

## **Tabla de Figuras**

Figura 1. Principales provincias productora de cerdos 2023.....	6
---	---

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. Introducción

La industria porcina a nivel global es una de las más influyentes en satisfacer la alta demanda de carne de cerdo, uno de los productos cárnicos más consumidos en el mundo. China encabeza la producción mundial, seguida por Estados Unidos y Brasil. La producción porcina proporciona carne de cerdo, una fuente clave de proteína en muchas dietas, los avances en genética, alimentación y salud animal han mejorado la productividad y calidad, sin embargo, la industria enfrenta desafíos ambientales y bienestar animal requerido practicas sostenible y éticas (Angulo *et al.* 2019).

En Ecuador, la producción porcina ha crecido notablemente gracias a la modernización de granjas y a los avances en genética y nutrición animal; esta industria no solo abastece el mercado interno, sino que también genera empleo directo e indirecto en las zonas rurales del país. Aunque es una industria en crecimiento, enfrenta desafíos como la competencia internacional y la necesidad de mejorar las prácticas de manejo y sanidad animal, el gobierno y asociaciones locales apoyan con capacitaciones y tecnología para impulsar su desarrollo (Pérez 2019).

Los cultivos de forraje verdes hidropónico en Ecuador, han emergido como una solución innovadora y sostenible para la alimentación animal, particularmente en la crianza de cerdos, este método, que no requiere suelo y utiliza una cantidad significativamente reducida de agua, permite que el cultivo de plantas forrajeras en espacios controlados y optimizado; la capacidad de generar forraje fresco y nutritivo en un tiempo relativamente corto, donde implica la germinación de semillas como la cebada o el trigo en bandejas o sistemas de cultivos hidropónico, permite un control preciso sobre los nutrientes y las condiciones (AGROSAVIA 2023).

La utilización de suplementos en la dieta de los cerdos es fundamental para asegurar su salud, bienestar y rendimiento óptimo, los suplementos proporcionan nutrientes esenciales que pueden no estar presentes en cantidades suficientes en la alimentación básica, mejorando así la calidad nutricional de la dieta; esto se traduce en un crecimiento más eficiente, una mejor conversión alimenticia y una mayor resistencia a enfermedades, además, el uso de suplementos puede

optimizar la producción porcina, reduciendo costos y aumentando la rentabilidad para los productores (Saguilan *et al.* 2021).

La suplementación con FVH, en la dieta de los cerdo no solo promueve una alimentación más equilibrada, sino que también puede mejorar el rendimiento y la salud de los animales, estudios recientes han demostrado que este tipo de forraje es altamente digestible muy rico en nutrientes esenciales, lo que puede contribuir a un crecimiento más eficiente y a una mejor conversión de insumos externo y minimizar el impacto ambiental de la producción porcina, debido a que tiene la capacidad de producir una cosecha continua y predecible.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La producción porcina enfrenta numerosos desafíos, siendo el elevado costo de la alimentación uno de los críticos, los precios fluctuantes de los insumos convencionales, como el maíz, soya y el alimento balanceado, pueden afectar significativamente la rentabilidad de las granjas porcinas; esto obliga a los pequeños productores buscar alternativas más económicas sin comprometer la calidad nutricional, sin embargo encontrar opciones viables que mantenga un equilibrio entre costos y nutrición sigue siendo una tarea difícil, poniendo en riesgo la sostenibilidad del producción de aquellos porcicultores (Avilez 2022).

La utilización de sustancias poco convencionales como suplementos en la dieta de los cerdos, en un intento por reducir costos, algunos productores recurren a adictivos y compuestos cuya seguridad y efectividad no están suficientemente comprobados; el uso indiscriminado de estos suplementos puede tener consecuencias negativas para la salud de los animales y la calidad de la carne, además de generar preocupaciones de la seguridad alimentaria para los consumidores, es crucial fomentar practicas seguras y basadas en evidencia para garantizar la integridad de la producción porcina y la salud pública (Morán 2017).

Además, existe una notable falta de conocimiento sobre los cultivos de forraje verde hidropónicos entre los pequeños productores porcinos, aunque esta técnica ofrece una solución sostenible y nutritiva, su implementación requiere comprensión y capacitaciones adecuadas; la ignorancia sobre los beneficios y el manejo de los sistemas hidropónicos impide que muchos granjeros adopten esta innovadora práctica, este desconocimiento limita el potencial del mejora en la eficiencia alimentaria y no poder aprovechar el cien por ciento de la genética de los animales.

### **1.3. Justificación**

Realizar este estudio sobre la producción de forraje verde hidropónico en la alimentación de cerdos, para optimizar la eficiencia productiva y económica en la industria porcina; la investigación permitirá validar cómo el forraje hidropónico, con su alta concentración de nutrientes y facilidad de producción, puede ser una alternativa viable a los métodos de alimentación tradicionales, esto no solo reducirá los costos asociados con la compra de alimentos convencionales, sino que también mejorará la calidad de la dieta de los cerdos, promoviendo un crecimiento más saludable y eficiente.

Además, estos cultivos es fundamental para promover la sostenibilidad en la producción porcina, la técnica hidropónica utiliza menos recursos hídricos y espacio, lo que la convierte en una opción ambientalmente responsable; al proporcionar evidencia científica sobre los beneficios del forraje hidropónico, se facilitará su adopción por parte de los productores, quienes podrán integrarla en sus prácticas diarias, esto no solo contribuirá a la reducción del impacto ambiental de la porcicultura, sino que también apoyará el desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles y resilientes que se pueden dar dentro de dichas producciones.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Analizar el impacto de la producción de FVH como suplemento en la alimentación de cerdos.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Mencionar los beneficios que tiene el FVH de maíz en la alimentación de los cerdos.
- Describir los valores nutricionales que aporta los cultivos hidropónicos en la alimentación porcina.
- Recopilar información sobre los costos en alimentación aplicando los forrajes hidropónicos como suplementación alimenticia en cerdos.

## **1.5. Líneas de investigación.**

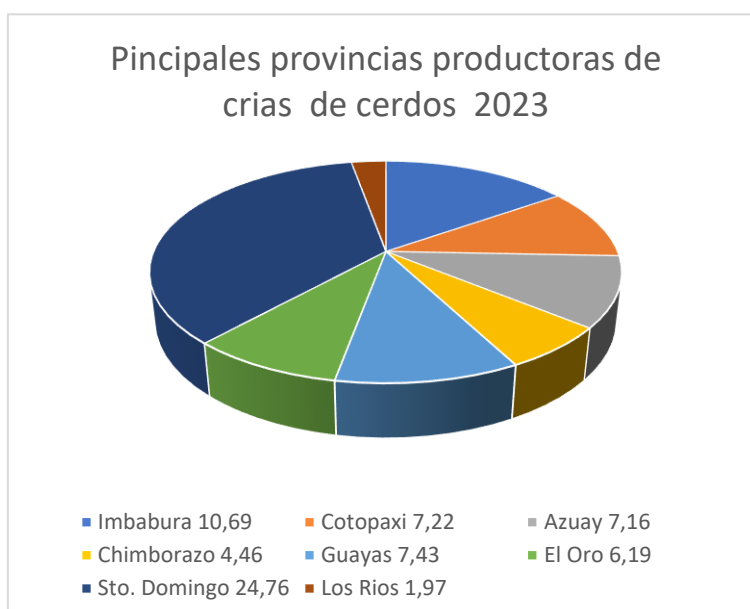
La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el “Producción de forraje Hidropónicos como suplemento en la alimentación de cerdos”. En este contexto, específicamente se aborda el Salud y bienestar animal en la Sublíneas de Producción y reproducción animal.

## 2. DESARROLLO.

### 2.1 Marco conceptual.

#### 2.1.1. Producción de cerdos en el Ecuador.

La producción de cerdos en Ecuador es una actividad agropecuaria esencial con un papel significativo en la economía y la seguridad alimenticia del país, las principales regiones productoras incluyendo Pichincha, Guayas, Tungurahua, etc. como lo indica la (figura 1), donde los climas y suelos son propios para la cría porcina; esta industria en el país ha crecido considerablemente en las últimas décadas, gracias a la adopción de nuevas tecnología y mejores prácticas de manejos, lo que ha permitido un aumento en la producción y la calidad de la carne de cerdo (FMO 2022).



**Figura 1.** Principales provincias productora de cerdos 2023.

**Fuente:** ESPAC (2023).

Los sistemas de producción de cerdos varían desde pequeñas granjas familiares hasta grandes operaciones comerciales, los pequeños productores suelen utilizar métodos tradicionales, con una dependencia significativa en la mano de obra familiar y la alimentación basada en restos de cocina o agrícola, por otro lado, las grandes granjas comerciales han adoptado sistemas más modernos y eficientes, incluyendo la producción intensiva y el uso de alimento balanceado y suplementos, estas operaciones suelen contar con instalaciones especializadas para la producción (Pérez 2019).

A pesar de los avances, la industria porcina en Ecuador enfrenta varios desafíos, la competencia con productos importantes, las fluctuaciones en los precios de los insumos y las enfermedades animales son algunos de los problemas que afectan a los productores; además, la necesidad de mejorar las condiciones de infraestructura y acceso a financiamiento sigue siendo una barrera para muchos (Veterinaria Digital 2022).

### **2.1.2. Sistemas de producción porcina más utilizados en el Ecuador.**

En Ecuador, el sistema de producción porcina intensivo es uno de los más utilizados, especialmente en regiones cercanas a centros urbanos, este sistema se caracteriza por la cría de cerdos en instalaciones cerradas, donde se controla rigurosamente la alimentación, la temperatura y la salud de los animales; este enfoque permite una alta productividad y un control sanitario estricto, lo que es crucial para cumplir con los estándares de calidad. Sin embargo, también requiere una inversión significativa en infraestructura y manejo, lo que puede limitar su adopción a grandes productores (Cometto y Suarez 2014).

#### **2.1.2.1. Sistema de producción semi-intensivo.**

Este sistema de producción es común en áreas rurales de Ecuador, combinando prácticas de cría al aire libre con periodos en instalaciones controladas, este sistema permite a los cerdos acceder a pastos y un entorno más natural, lo que puede mejorar su bienestar y reducir costos de alimentación, al mismo tiempo, los productores pueden controlar aspectos clave como la salud y la reproducción en un entorno más gestionado, este enfoque es popular entre los pequeños y medianos productores que buscan un equilibrio entre sostenibilidad y productividad (Cuellar 2021).

#### **2.1.2.2. Sistema de producción extensivo.**

El sistema de producción porcina extensivo es menos común en Ecuador, pero se practica en zonas rurales con grandes extensiones de terreno, provincias como Manabí, Loja, Chimborazo, Azuay son las principales en desarrollar sus producciones de esta manera, en este sistema, los cerdos se crían al aire libre, donde tienen acceso a pastos, suelos y agua natural; aunque este enfoque tiene menores costos de infraestructura y es más sostenible, presenta desafíos como la exposición a enfermedades y depredadores, y una menor productividad. Este

sistema es elegido por pequeños productores que priorizan el bienestar animal y la integración con el entorno natural (Villanueva *et al.* 2015).

### 2.1.3. Requerimientos nutricionales de los cerdos.

**Tabla 1.** Requerimiento nutricional del cerdo.

<b>Indicadores</b>	<b>Reproductoras</b>	<b>Verracos</b>	<b>Inicio</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>Engorde</b>
			<b>Lechones</b>		
			<b>(0-8</b>	<b>(8- 16</b>	<b>(16 - 24</b>
			<b>semanas)</b>	<b>semanas)</b>	<b>semanas)</b>
<b>Energía Digestible (Kcal/ kg)</b>	3,200-3,300	3,300	3,400-3,500	3,300-3,400	3,200-3,300
<b>Proteína Cruda (%)</b>	13-16	14-16	20-22	18-20	15-18
<b>Lisina (%)</b>	0.75-0.9	0.8-0.9	1.5-1.6	1.3-1.4	1.0-1.2
<b>Metionina (%)</b>	0.25-0.3	0.3-0.35	0.4-0.45	0.35-0.	0.3-0.35
<b>Calcio (%)</b>	0.75-1.0	0.7-0.8	0.8-1.0	0.7-0.9	0.6-0.8
<b>Fosforo (%)</b>	0.6-0.7	0.55-0.65	0.7-0.8	0.6-0.7	0.5-0.6
<b>Vitamina A IU%kg</b>	7,500	9,000	10,000	9,000	8,000
<b>Vitamina D IU%kg</b>	1,500	1,800	2,000	1,800	1,600
<b>Vitamina E IU%kg</b>	30	45	44	33	27

**Fuente:** (Piquer 2019).

### 2.1.3. Importancia de la alimentación balanceada en cerdo.

Una dieta equilibrada proporciona todos los nutrientes esenciales en proporciones adecuadas, lo que permite a los cerdos desarrollar músculo, mantener su sistema inmunológico y cumplir con sus requerimientos energéticos. La deficiencia de nutrientes puede afectar negativamente el crecimiento, la reproducción y la capacidad de resistir enfermedades. Además, una alimentación balanceada mejora la conversión alimenticia, lo que permite a los cerdos convertir los alimentos en masa corporal de manera más eficiente, lo que es fundamental para la rentabilidad de la producción porcina (MAGAP 2020).

Los productores que invierten en una alimentación balanceada también pueden reducir la incidencia de enfermedades y la necesidad de tratamientos veterinarios, lo que reduce los costos de producción, una alimentación adecuada ayuda a mantener la operación porcina sostenible a largo plazo porque promueve el

bienestar de los animales y reduce el impacto ambiental al optimizar el uso de recursos y minimizar los desechos (BRF 2023).

#### **2.1.4. Definición de forraje hidropónico.**

El forraje hidropónico es un método de cultivo de plantas, específicamente de forraje, que no utiliza suelo, sino soluciones acuosas ricas en nutrientes para el crecimiento de plantas, este sistema permiten producir forraje de alta calidad de manera rápida y eficiente en espacios reducidos y con un control preciso de las condiciones ambientales; a través de este método, se puede cultivar diversas especies forrajeras, como la cebada, trigo maíz, que sirven como suplemento nutricional para la alimentación de animales, ofreciendo una alternativa sostenible y rentable a los métodos tradicionales de producción de forraje (Hernández 2024).

#### **2.1.5. Forraje verde hidropónico frente a métodos tradicionales.**

El cultivo de forraje hidropónico ofrece muchas ventajas en comparación con las técnicas de producción de forraje convencionales, primero, el forraje hidropónico permite un control preciso de las condiciones de crecimiento, lo que resulta en un producto final de mayor calidad y consistencia, al eliminar el suelo como medio de cultivo, se reduce la presencia de malezas y el riesgo de contaminación por patógenos, lo que hace que el ambiente sea más seguro e higiénico para los animales (CAPSA 2020).

El cultivo hidropónico también permite un ciclo de crecimiento más rápido y un uso más eficiente del agua y los nutrientes, este método permite a las plantas acceder directamente a los nutrientes disueltos en el agua, lo que facilita su absorción y acelera su crecimiento; esto no solo aumenta la productividad por unidad de área cultivada, sino que también reduce la dependencia de grandes extensiones de tierra, además puede ser especialmente ventajoso en lugares donde hay poca tierra disponible para la agricultura (MAGAP 2020).

## **2.1.6. Ventajas y desventajas del uso del forraje hidropónico en la alimentación animal.**

### **2.1.6.1. Ventajas.**

La capacidad de producir forraje de alta calidad de manera rápida y consistente es otra ventaja del forraje hidropónico, se puede obtener un forraje con un contenido nutricional óptimo y libre de contaminantes al controlar cuidadosamente las condiciones de crecimiento, como la temperatura, la humedad y los nutrientes; esto es particularmente ventajoso en la alimentación animal, donde la calidad y la seguridad del alimento son esenciales para el rendimiento y la salud de los animales. estas condiciones climáticas o estacionales, el cultivo hidropónico puede proporcionar un suministro constante de forraje fresco durante todo el año (Gonzales 2019).

### **2.1.6.2. Desventaja.**

El uso del forraje hidropónico tiene algunos inconvenientes, los costos iniciales de establecimiento y operación de los sistemas hidropónicos pueden ser significativamente más altos que los costos de los métodos de cultivo en suelo convencionales; la adopción generalizada del forraje hidropónico puede verse obstaculizada por este costo, especialmente para pequeños productores con recursos limitados, además, los agricultores que deseen iniciar este método de producción pueden necesitar una curva de aprendizaje debido a la necesidad de equipos especializados y conocimiento (Albuja *et al.* 2020).

## **2.1.7. Técnicas y tipos de cultivo hidropónico para maíz.**

Para producir forraje verde hidropónico, se pueden emplear diversas técnicas, entre las cuales se destacan las siguientes:

- **Sistema de Nutrient Film Technique (NFT):** Es una técnica hidropónica en la que una película delgada de solución nutritiva fluye continuamente sobre las raíces de las plantas, que están situadas en bandejas inclinadas o tuberías, incluye una alta eficiencia en el uso de nutrientes y agua, pero la necesidad de un control preciso del flujo de la solución y el riesgo de obstrucción en las tuberías, lo que puede afectar el suministro de nutrientes, se debe tener en cuenta que en términos de costos son

relativamente altos, si embargo se obtiene una producción mayor del 30 al 50% que en sustrato (IFAS 2021).

- **Sistema de Cultivo en Drenaje y Reflujo (Ebb and Flow):** Funciona inundando periódicamente las bandejas de cultivo con una solución nutritiva que luego se drena de vuelta al depósito, en este sistema incluyen una buena aireación de las raíces y la capacidad de ajustar fácilmente la frecuencia de riego según las necesidades de las plantas, pero destacan la posibilidad de acumulación de sales en el sustrato y la necesidad de un sistema de drenaje eficiente para evitar encharcamientos, el sistema puede ofrecer aumentos en los rendimientos de alrededor del 20-30% en comparación con métodos tradicionales (REPSOL 2023).
- **Sistema de Cultivo en Goteo:** El Sistema de Cultivo en Goteo consiste en suministrar una solución nutritiva directamente a las raíces de las plantas mediante tuberías y goteros, proporcionando un riego preciso y controlado, esto incluyen un uso eficiente del agua y los nutrientes, así como una fácil automatización del riego, el riesgo de obstrucción en los goteros y la necesidad de mantenimiento regular; los costos de instalación son moderados, dado que requiere tuberías y sistemas de goteo, pero son menores que los sistemas más complejos. En términos de producción, el sistema puede aumentar los rendimientos en un 15-25% (Reyes *et al.* 2023).
- **Sistema de Cultivo en Cinta de Sustrato (Sistemas de Cultivo en Alfombra):** También conocido como sistema de cultivo en alfombra, utiliza una cinta continua de sustrato que se desplaza lentamente y se riega con solución nutritiva, este sistema incluyen una utilización eficiente del espacio y un acceso fácil a las plantas para el manejo y la cosecha; la mayor complejidad en la instalación y el mantenimiento de la cinta, los costos de implementación pueden ser relativamente altos debido a la infraestructura necesaria para el sistema de cinta y riego (Montufar 2021).

### 2.1.8. Beneficios que tiene el FVH de maíz en la alimentación de los cerdos.

El forraje verde hidropónico (FVH) del maíz tiene muchos beneficios para la alimentación de cerdos, este tipo de forraje mejora la digestibilidad de los nutrientes, lo que ayuda a los animales a absorber mejor las vitaminas, minerales y proteínas necesarias para el crecimiento, es una fuente de alimento fresco y natural que puede aumentar la eficiencia alimentaria y ayudar a los cerdos a aumentar de peso más rápidamente y de manera más saludable; además, el forraje producido en sistemas hidropónicos está libre de pesticidas y otros contaminantes, lo que garantiza una dieta más segura para los animales (Oriol 2019).

La reducción de costos en la alimentación de cerdos, es otro gran beneficio del FVH de maíz. Dado que requiere menos agua y espacio y puede realizarse durante todo el año, la producción de forraje hidropónico puede ser más económica y sostenible que los métodos tradicionales; esto permite a los productores tener un suministro constante y confiable de alimentos de alta calidad, aumenta la autosuficiencia de las explotaciones porcinas y reducir la dependencia de insumos externos, lo que aumenta la rentabilidad y contribuye a una producción porcina más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. (FAO 2021).

**Tabla 2.** Beneficio del FVH en la alimentación de cerdos en distintas etapas

<b>Etapa de Vida</b>	<b>Porcentaje aplicados de FVH en la Dieta</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Lechones</b>	5% - 10%	Mejora la digestión, facilita la adaptación a la fibra, y aporta vitaminas esenciales
<b>Cerdos en Crecimiento</b>	15% - 25%	Promueve el crecimiento muscular, mejora la eficiencia de conversión alimenticia, y aporta nutrientes balanceados.
<b>Cerdos en Engorde</b>	10% - 20%	Contribuye a la ganancia de peso, mejora la calidad de la carne, y reduce el costo de alimentación sin comprometer la densidad energética.

**Fuente:** Castaño (2020), Espinoza *et al.* (2020), Adaptado por el autor.

### **2.1.9. Valores nutricionales que aportan los cultivos hidropónicos en la alimentación de los cerdos.**

Los cultivos de (FVH) de maíz ofrecen a los cerdos una fuente rica en nutrientes esenciales. El alto contenido de proteínas de este tipo de forraje es muy apreciado porque es esencial para el crecimiento y desarrollo muscular de los cerdos. Además, la gran cantidad de fibra mejora la digestión y la salud intestinal de los animales, esta fibra mejora el bienestar general de los cerdos al promover una buena motilidad intestinal y prevenir problemas digestivos comunes (Cisneros *et al.* 2021).

El aporte de vitaminas y minerales, es otro aspecto nutricional importante. Contiene vitaminas como; A (1,000 - 3,000 IU/kg), E (30 - 60 mg/kg), C (10 - 30 mg/kg), K (1 - 5 mg/kg) y del complejo B, que son importantes para el sistema inmunológico, la salud ocular y la conversión eficiente de alimentos en energía, esenciales para el desarrollo óseo, la función muscular y una variedad de reacciones metabólicas, la incorporación de estos nutrientes en la dieta diaria de los cerdos garantiza un crecimiento equilibrado y un estado de salud ideal (FAO 2021).

Además, ofrece antioxidantes naturales que ayudan a los cerdos a combatir el estrés oxidativo, los flavonoides (0.2%) y los carotenoides (0.2 a 0.5%), entre otros antioxidantes, protegen las células del daño causado por los radicales libres, lo que mejora la salud general y la longevidad de los animales; debido a las condiciones de crecimiento controladas, el forraje hidropónico puede tener una mayor concentración de nutrientes en comparación con los cultivos convencionales, lo que maximiza su valor nutritivo (Oriol 2019).

Por último, varía por las condiciones de cultivo, el procesamiento posterior y otros factores determinan la cantidad y variedad de vitaminas y minerales presentes en el maíz cultivado hidropónicamente, El maíz como forraje verde hidropónico puede contener minerales como potasio (1.5%), zinc (0.0002%), hierro (0.003%), manganeso (0.001 a 0.003%), cobre (0.001%) y selenio (0.0001%) (Agromonegros 2018).

**Tabla 3.** Nutrientes que aportan el FVH en cerdos.

<b>Nutrientes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Cantidad (g/kg de FVH)</b>	<b>Descripción</b>
<b>Proteína Cruda</b>	15-20%	150-200 g	Fuente de aminoácidos esenciales para el crecimiento y reparación de tejidos en cerdos.
<b>Fibra Cruda</b>	12-18%	120-180 g	Mejora la digestión y la salud intestinal, facilitando la función digestiva.
<b>Carbohidratos</b>	45-50%	450-500 g	Proporciona la energía necesaria para las actividades diarias y el metabolismo de los cerdos.
<b>Vitaminas (A, E, C, K)</b>	<1%	<10 g	Aportan antioxidantes y son esenciales para la visión, el sistema inmune, y el metabolismo general.

**Fuente:** Cisneros *et al.* (2021), FAO (2021), Agromonegros (2018): Adaptado por el autor.

### **2.1.10. Impacto Nutricional del FVH de Maíz en Distintas Etapas de Crecimiento de los Cerdos.**

#### **Cerdos en etapa de Lechones.**

Los lechones, debido a su sistema digestivo en desarrollo, requieren dietas altamente digestibles y ricas en nutrientes, el forraje verde hidropónico, de maíz, al ser un alimento natural y de fácil digestión, puede ser una excelente adición a su dieta; sin embargo, la introducción del FVH debe hacerse gradualmente para evitar problemas digestivos, permitiendo que los lechones se adapten a los componentes fibrosos y a la textura del forraje, los estudios sugieren que el FVH de maíz es bien tolerado por los lechones, mejorando su salud intestinal y fomentando un crecimiento más equilibrado (Castaño 2020).

Para optimizar los beneficios del FVH de maíz en la dieta de los lechones, se recomienda incluirlo en pequeñas proporciones, comenzando con un 5-10% del total de la dieta; a medida que los lechones se adaptan, esta cantidad puede aumentarse gradualmente hasta un 15-20%, es importante combinar el FVH con otros alimentos de alta energía y proteínas, como concentrados y piensos comerciales, para asegurar un aporte nutricional equilibrado (Herrera *et al.* 2019).

### **Cerdos en etapa de Crecimiento.**

Durante la fase de crecimiento, se recomienda que el forraje verde hidropónico (FVH) de maíz constituya entre un 15% y un 25% de la dieta total de los cerdos, este rango permite aportar una cantidad adecuada de nutrientes esenciales sin desplazar otros componentes críticos de la dieta, como los concentrados ricos en energía y proteínas; además, una fuente complementaria que mejora la diversidad y calidad nutricional de la dieta, contribuyendo a un crecimiento más equilibrado (Espinoza *et al.* 2020).

Asimismo, Vargas (2018), señala que altamente palatable para los cerdos en crecimiento debido a su frescura, textura tierna y sabor natural, lo que facilita su aceptación en la dieta, los cerdos tienden a consumir el FVH de manera voluntaria y con buen apetito, lo que simplifica su integración en la alimentación diaria. La adaptación a este tipo de forraje suele ser rápida, con pocos problemas de rechazo o disminución del consumo, es recomendable introducir este tipo de forraje de manera gradual, combinándolo inicialmente con los alimentos habituales de los cerdos.

### **Cerdos en etapa de engorde.**

Durante la fase de engorde, cuando el objetivo principal es maximizar la ganancia de peso y mejorar la calidad de la carne, el FVH, se recomienda en un porcentaje del 10% al 20% de la dieta total; este rango es suficiente para aportar beneficios nutricionales adicionales, como fibra, vitaminas y minerales, sin comprometer la densidad energética necesaria para el rápido aumento de peso en esta etapa (Cuesta y Machado 2019).

Los cerdos en esta etapa tienen una mayor capacidad de adaptación a diferentes tipos de alimentos, lo que facilita la inclusión del FVH sin afectar su consumo general, al igual que en las etapas anteriores, es recomendable introducir el FVH de manera gradual, mezclándolo inicialmente con los alimentos principales para asegurar una transición sin problemas debido que tiene un alto porcentaje de palatabilidad, aceptación y un mayor consumo en esta etapa de la vida del animal (Zagal *et al.* 2020).

### **2.1.11. Costos en alimentación aplicando los forrajes hidropónicos como suplementación alimenticia en cerdos.**

Los costos de alimentación de los cerdos pueden verse significativamente afectados si se agregan forrajes hidropónicos a su dieta, según estudios realizados por Cisneros *et al.* (2021), informa que, dependiendo del tipo de cultivo, el tamaño del sistema hidropónico y los costos de operación, el costo de producción de forrajes hidropónicos puede variar entre \$0.10 y \$0.25 por libra; los forrajes hidropónicos pueden ser una opción más económica a largo plazo en comparación con el costo de otras fuentes de alimentación, como los granos o los concentrados proteicos.

Además del costo directo de producir forrajes hidropónicos, es importante que se debe considerar los ahorros potenciales en términos de almacenamiento y transporte. Al producir forrajes en la propia granja, se reduce la necesidad de comprar y transportar alimentos desde lugares distantes, lo que puede ahorrar mucho dinero en costos de logística. Además, los forrajes hidropónicos pueden almacenarse frescos por más tiempo, lo que reduce las pérdidas por desperdicio y el uso de recursos (Ariza y Duran 2024).

Antes de implementar la suplementación alimenticia con forrajes hidropónicos en la producción porcina, es esencial realizar un análisis completo de costos y beneficios. Además del costo de producción de forrajes, también se deben considerar los costos de mano de obra, los costos de instalación y mantenimiento de los sistemas hidropónicos, y los posibles cambios en el rendimiento y la salud de los cerdos. Un enfoque completo y basado en datos puede ayudar a los productores a determinar si es rentable y viable utilizar forrajes hidropónicos en la alimentación de sus cerdos (Pedraza 2021).

En la siguiente tabla se muestra el análisis efectuado por Romeros (2009), sobre los costos de implementación y los beneficios en una escala de producción mediana (de 500 a 1,100 cerdos), utilizando como referencia una operación con 800 cerdos.

**Tabla 4.** Costos y beneficios de FVH en producción de cerdos a mediana escala.

<b>Aspectos</b>	<b>Costos Asociados (USD)</b>	<b>Beneficios Asociados (USD)</b>
<b>Costo de Instalación</b>	\$5,000 (equipos básicos y estructuras)	--
<b>Costo de Operación</b>	\$300 por mes (energía, agua, nutrientes)	--
<b>Costo de Mantenimiento</b>	\$100 por mes (reparaciones y mantenimiento de equipos)	--
<b>Costo de Producción</b>	\$650 por tonelada de forraje producido	
<b>Beneficio Nutricional</b>	--	Mejora en la calidad nutricional del forraje, valor estimado en \$70 por tonelada.
<b>Beneficio de Crecimiento</b>	--	Aumento en la ganancia de peso, valor estimado en \$15 por cerdo.
<b>Beneficio Económico</b>	--	Reducción en el costo de alimentación en un 10-15%, valor estimado en \$400 por mes.
<b>Beneficio Ambiental</b>	--	Reducción en costos de gestión de desechos y menor impacto ambiental, valor estimado en \$50 por año

**Fuente:** Romeros (2009); adaptada por el autor.

## **2.2. Marco metodológico.**

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes a la producción de Forraje Verde Hidropónicos de maíz (*Zea mays*) como suplemento en la alimentación de cerdos. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

## **2.3. Resultados.**

Debido a sus muchas ventajas, el forraje verde hidropónico de maíz es una opción excelente para la alimentación de cerdos, este tipo de forraje mejora la salud digestiva de los animales y fortalece su sistema inmunológico al proporcionar una fuente constante y controlada de nutrientes frescos; además, el FVH de maíz es altamente palatable, lo que aumenta la ingesta de alimento de los cerdos y, por lo tanto, mejora su ganancia de peso diaria. Su producción eficiente y sostenible también ayuda a reducir la dependencia de los concentrados comerciales, lo que promueve una alimentación más equilibrada y natural.

Para la alimentación porcina, los cultivos hidropónicos ofrecen un perfil nutricional excepcional. Estos forrajes frescos están llenos de proteínas, vitaminas y minerales de alta calidad que son esenciales para el crecimiento y desarrollo ideal de los cerdos. Por ejemplo, los brotes de maíz hidropónicos contienen cantidades significativas de vitamina A, vitamina E, antioxidantes, proteína, y carbohidratos los cuales ayudan a mantener la salud celular. Además, los forrajes hidropónicos tienen una digestibilidad superior en comparación con los forrajes convencionales, lo que permite una mejor absorción de los nutrientes.

La suplementación de la dieta de los cerdos con forrajes hidropónicos puede ser económica a largo plazo en términos de costos. A pesar de que se requiere una gran inversión en infraestructura y tecnología hidropónica, la eficiencia del sistema reduce los costos operativos. La capacidad de producir forraje en ciclos constantes y rápidos reduce la dependencia de insumos externos y sus fluctuaciones de precio;

además, mejorar la salud y el rendimiento de los cerdos puede reducir los costos veterinarios y generar un mejor retorno económico por cada animal.

#### **2.4 Discusión de resultados,**

Los beneficios de la suplementación de forraje verde hidropónico son muy importantes en una alimentación más equilibrada, natural y rica en nutrientes, de acuerdo con lo dicho por Cisneros *et al.* (2021) que mencionan, que los resultados de la inclusión de FVH de maíz en las dietas de cerdos incremento la ganancia de peso diaria y final, como también mejoro la conversión alimenticia, el cual recomienda el uso del balanceado comercial en un 55% y del forraje verde hidropónico en un 45%. Sin embrago Upreti *et al.* (2020) argumentan, que reemplazar hasta el 20% del pienso concentrado de FHV reduce el costo del alimento y le proporciona seguridad alimentaria.

El forraje hidropónico ofrece micronutrientes esenciales para la dieta de la producción porcina mejorando la calidad alimentaria, como proteínas esenciales que favorecen el crecimiento muscular y mejoran la eficiencia de conversión alimenticia. acuerdo con Ariza y Duran (2024), que indican que también son ricos en vitaminas y minerales, como potasio y zinc, que refuerzan el sistema inmunológico y promueven la salud general de los cerdos, también aminoácidos y fibras dietéticas que estimula el microbiota intestinal impidiendo diarrea y acidosis, estimulando el apetito que impulsa el crecimiento y rendimiento en producción.

La eficiencia del cultivo hidropónico permite reducir costos operativos y minimiza el desperdicio de alimentos, aunque al inicio la inversión es alta, a largo plazo se justifican los beneficios económicos, de acuerdo Villalobos y Quirós (2021) mencionan que, las ventajas que proporciona el forraje verde hidropónico en la dieta de cerdo optimizan el uso de espacio, ahorro de agua, menor tiempo en producción e intensifica la calidad nutricional e inocuidad de la alimentación.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1. Conclusiones.

El forraje verde hidropónico de maíz es una opción altamente beneficiosa para la alimentación de cerdos, no solo por la mejora de salud digestiva y fortalecimiento del sistema inmunológico, si no también, su ingesta de alimento que favorece en la ganancia de peso diaria, rica en nutrientes esenciales mejorando la calidad de la carne combinando un 45% del FVH con un 55% de balanceado comercial optimizado el rendimiento y producción eficiente de los cerdos.

Los cultivos hidropónicos, como el FVH de maíz, aportan valores nutricionales esenciales en la alimentación porcina, tales como proteína cruda entre el 15 y 20 % que favorece el crecimiento muscular debido a la fuente de aminoácidos; 12 a 18 % de fibra cruda que ayuda a mejorar la digestión y salud intestinal; también aportan con un 45 a 50 % de carbohidratos que proporcionan energía necesaria para las actividades diarias, además contribuyen con minerales como potasio, zinc, hierro, manganeso, cobre y selenio, que son fundamentales para la salud y el metabolismo de los cerdos, también se encuentran las vitaminas A, E, C y K que refuerzan el sistema inmunológico y promueven un desarrollo equilibrado y sostenible en la producción porcina.

Los costos de alimentación en la aplicación del cultivo de forraje verde hidropónico es sostenible a largo plazo, en los lechones la salud digestiva mejoraría en 1 a 2 semanas, en la etapa de crecimiento su desarrollo aumentara a partir de 4 a 6 semanas, y en etapa de crecimiento dentro de 6 a 8 semanas, se debe de tener en cuenta que la inversión inicial sea alta por los gastos de la implementación, reduce los tiempos de producción y garantiza la calidad nutricional. La integración estratégica del FVH en las operaciones porcinas es crucial para mejorar la sostenibilidad asegurando un crecimiento económico en producción.

### **3.2. Recomendaciones**

Mediante el análisis de este estudio puedo realizar las siguientes recomendaciones;

Incorporar el FVH en la alimentación de los cerdos como práctica de nutrición en las granjas debido a sus múltiples beneficios que aporta a la salud digestiva y fortalecimiento del sistema inmunológico en los cerdos.

Aplicar porcentajes adecuados de FVH en la alimentación de cerdos de manera responsable bajo el cuidado de un profesional, tomando en cuenta las diferentes etapas de vida desde lechones, cerdos en crecimiento y engordes para obtener buenos resultados y asegurar que los cerdos puedan recibir la cantidad de forraje sin desequilibrar su dieta.

Optimizar los cultivos de forraje verdes hidropónicos seleccionando variedades de maíz, mejoradas para aplicación en la dieta de los cerdos y potenciar la genética del animal ya que es una forma de alimentación que nos permite minimizar costos.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias bibliográficas

Agromonegros. 27 de agosto del 2018. Propiedades nutricionales de la cebada (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.agromonegros.com/blog/propiedades-nutricionales-de-la-cebada/>

AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 24 agosto 2023. Producción de forraje verde hidropónico una alternativa viable para la alimentación animal: un espacio de aprendizaje en el proyecto Jóvenes Rurales (en línea, blog). Consultado el 22 may. 2024. Disponible en <https://n9.cl/nn2gng>

Albuja, V; Mulki, J; Rodríguez, M. 2020. Comparativa de las ventajas de los sistemas hidropónicos como alternativas agrícolas en zonas urbanas. Revista MINERVA De INVESTIGACION CIENTIFICA 2(4):45-54. Consultado el 8 jun. 2024

Angulo, W; Pérez, M; Tello, J. 2019. Producción porcina en Ecuador (en línea). Revista tres por tres 56(9):0345-0756. Consultado el 18 may. 2024. Disponible en [https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador\\_12223/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_12223/)

Ariza, J y Duran, C. 2024. Suplementación alternativa con forraje verde hidropónico de maíz en cerdos para la granja villavel. Tesis Pregrado. Bucaramanga, Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia. 46-47p.

Avilez. J. 2022. Costos de la producción porcina: aumento general en 2022 (en línea). Revista Tres por Tres. 4(67):658-897. Consultado el 23 may. 2024. Disponible en [https://www.3tres3.com/latam/articulos/%C2%BFcuales-fueron-los-costos-de-la-produccion-porcina-en-2022\\_16191/#:~:text=En%202022%2C%20los%20altos%20precios,un%20aumentado%20promedio%20del%2027%20%25.&text=Entre%202021%20y%202022%2C%20debido,aumentaron%20un%2034%20%25%20de%20media.](https://www.3tres3.com/latam/articulos/%C2%BFcuales-fueron-los-costos-de-la-produccion-porcina-en-2022_16191/#:~:text=En%202022%2C%20los%20altos%20precios,un%20aumentado%20promedio%20del%2027%20%25.&text=Entre%202021%20y%202022%2C%20debido,aumentaron%20un%2034%20%25%20de%20media.)

- BioForraje. 12 de febrero del 2019. Valor Nutricional de FVH Cebada. (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://bioforrajes.com/forraje/valor-nutricional-fvh/>
- BRF. 13 de septiembre del 2023. Cómo proporcionar bienestar y eficiencia en la porcicultura (en línea, blog). Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://www.brfeedingredients.com/es/blog/posts/como-proporcionar-bienestar-y-eficiencia-en-la-porcicultura/>
- CAPSA. 10 de diciembre del 2020. Forraje verde hidropónico, ¿una alternativa real para el ganado? (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://capsavida.com/blog/forraje-verde-hidroponico/>
- Castaño, J. 2020. Respuesta a la eficiencia nutricional del maíz Ilusión CPR en tres cortes para ensilaje en la comuna Río Verde, Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020.). Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5393/1/UPSE-TIA-20200004.pdf>
- Cisneros, P; Aniano, H; Martínez, H; Gómez, E; Maldonado, M; Ayala M. 2021. Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca (en línea). Revista Mex. Cienc. Agric 11(24):2007-0934. Consultado el 22 may. 2024. Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342020000900247](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000900247)
- Cuéllar, J. 2021. Sistemas de producción avícola y alojamiento en gallinas ponedoras (en línea) Revista Veterinaria Digital. Consultado el 12 de ene. 2024. Disponible en <https://www.veterinariadigital.com/articulos/sistemas-de-produccion-avicola-y-alojamiento-en-gallinas-ponedoras/>
- Cuesta, T y Machado, R. 2019. Producción y evaluación de la calidad nutricional del forraje verde hidropónico (FVH) a base de maíz (*Zea mays*) como alternativa para la alimentación de pollos de engorde en la Estación Ambiental Tutunendo, Chocó, Colombia. Revista Bioetnia, 6(2):127-134. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://bioetnia.iiap.org.co/index.php/bioetnia/article/view/76/63>

- ESPAC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2023. Tabulaciones de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2023 (en línea, blog). Consultado el 6 jun. 2024. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Espinoza, F; Patricia, A; Fuentes, C. 2020. Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de cerdos. Revista Zootecnia Tropical, 22(4):303-315. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798692004000400001&lng=es&tlng](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798692004000400001&lng=es&tlng)
- FAO (Food and Agriculture Organization). 12 de octubre del 2021. Alimentación del cerdo (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/4/V5290s/v5290s49.htm#:~:text=Los%20alimentos%20que%20se%20pueden,maduro%20y%20melaza%20de%20ca%C3%B1a>.
- FMO. 3 mayo 2022. GUÍA DE GRANJA DE CERDOS (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/1.-Guia-Granja-de-Cerdos.pdf>
- Gonzales, K. 2019. Forraje Verde Hidropónico (F.V.H) Para La Alimentación De Animales (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://infopastosyforrajes.com/suplementacion/forraje-verde-hidroponico/#google\\_vignette](https://infopastosyforrajes.com/suplementacion/forraje-verde-hidroponico/#google_vignette)
- Hernández, R 28 de abril 2024. Guía: ¿Qué es el Forraje Verde Hidropónico? (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=12](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=12)
- Herrera, A; Depablos, L; López, R; Benezra, A; Ríos, L. 2019. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje Hidropónico de Maíz (*Zea Mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso (en línea). Revista Científica, 17(4); 372-379. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592007000400009&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000400009&lng=es&tlng=es).
- IFAS (University of florida), 29 de julio del 2021. Nutrient Film Technique” (NFT) (en línea). Consultado el 10 de jul. 2024. Disponible en

<https://blogs.ifas.ufl.edu/polkco/2022/07/29/hidroponicos-sistema-nf/#:~:text=La%20T%C3%A9cnica%20llamada%20%E2%80%9CNutrient%20Film,como%20el%20mecanismo%20de%20distribuci%C3%B3n.>

MAGAP (Ministerio De Agricultura Y Ganadería De Costa Rica). 12 de enero. 2020. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>

Montufar, K. 2021. Evaluación de diferentes sustratos comerciales sobre la viabilidad de semillas de cebolla (*Allium cepa L.*) (en línea). Tesis pregrado. Cevallos. Ecuador. Universidad Técnica De Ambato 35p.

Morán, D. 2017. Ingredientes convencionales y poco convencionales para alimentación líquida de cerdos (en línea). Revista Tres por Tres 8(12):0876-1256. Consultado el 23 may. 2024. Disponible en [https://www.3tres3.com/latam/abstracts/ingredientes-poco-convencionales-para-alimentacion-liquida-de-cerdos\\_6621/](https://www.3tres3.com/latam/abstracts/ingredientes-poco-convencionales-para-alimentacion-liquida-de-cerdos_6621/)

Oriel, S. 2019. Maíz (en línea). Revista TRES POR TRES 5(9):0789-799. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://www.3tres3.com/latam/articulos/maiz\\_12244/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/maiz_12244/)

Pedraza, A; Carreño, R; Salazar, S. 2021. Implementación de un sistema hidropónico para la producción de *Oryza sativa* como forraje con potencial en alimentación animal (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.22430/22565337.2415>

Pérez, I. 2019. Producción porcina en Ecuador (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador\\_12223/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_12223/)

Piquer, G. 13 de septiembre 2019. Necesidades nutricionales de los cerdos (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://infopork.com/2018/09/necesidades-nutricionales-de-los-cerdos/>

REPSOL. 27 de diciembre 2023. Claves para un futuro más sostenible (en línea, blog). Consultado el 10 de jul. 2024. Disponible en <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/cultivos-hidroponicos/index.cshtml>

- Reyes, A; Silva, L; Aguirre, C; Mora, D; Carrasco, J. 2023. Producción de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura (en línea). Consultado el 12 de jul. 2024. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/forraje\\_hidroponico/54-inia.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/54-inia.pdf)
- Upreti, S; Ghimire, R; Tiwari, M; Banskota, N. 2020. Producción y viabilidad económica del forraje hidropónico de maíz en el rendimiento de los lechones (en línea). *Nepal Journal of Science and Technology* 19(2):109-115. Consultado el 13 jul. 2024. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Ram-Ghimire/publication/374814415\\_Production\\_and\\_Economic\\_Feasibility\\_of\\_Hydroponics\\_Maize\\_Fodder\\_on\\_Performance\\_of\\_Piglets/links/65310d165d51a8012b54984d/Production-and-Economic-Feasibility-of-Hydroponics-Maize-Fodder-on-Performance-of-Piglets.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ram-Ghimire/publication/374814415_Production_and_Economic_Feasibility_of_Hydroponics_Maize_Fodder_on_Performance_of_Piglets/links/65310d165d51a8012b54984d/Production-and-Economic-Feasibility-of-Hydroponics-Maize-Fodder-on-Performance-of-Piglets.pdf)
- Vargas, F. 2018. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía mesoamericana*, 19(2):233-240. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711425008.pdf>
- Veterinaria Digital. 29 de julio. 2020. Porcicultura en Ecuador (en línea, Blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.veterinariadigital.com/noticias/reproductoras-porcinas-en-ecuador/>
- Villalobos, V; Quirós, D. 2021. Costo y efecto de la suplementación con Forraje Verde Hidropónico: estudio de caso (en línea). Instituto tecnológico de Costa Rica. 8(1):7-24. Consultado el 13 jul. 2024. Disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/journal/549/5493120002/5493120002.pdf>
- Villanueva, C; Oliva, A; Torres, A; Rosales, M; Moscoso, C; Gonzales, E. 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio (en línea). *Revista Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)* 128(1):64. Consultado el 12 de ene. 2024. Disponible en [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual\\_de\\_produccion\\_manejo\\_aves\\_de\\_patio.pdf?sequence=1](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf?sequence=1)

Zagal, M; Martínez, S; Salgado, S; Peña, B; Carrillo, F. 2020. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico veterinario*, 6(1):29-34. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S244861322016000100029&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S244861322016000100029&lng=es&tlng=es).

## 4.2 Anexos



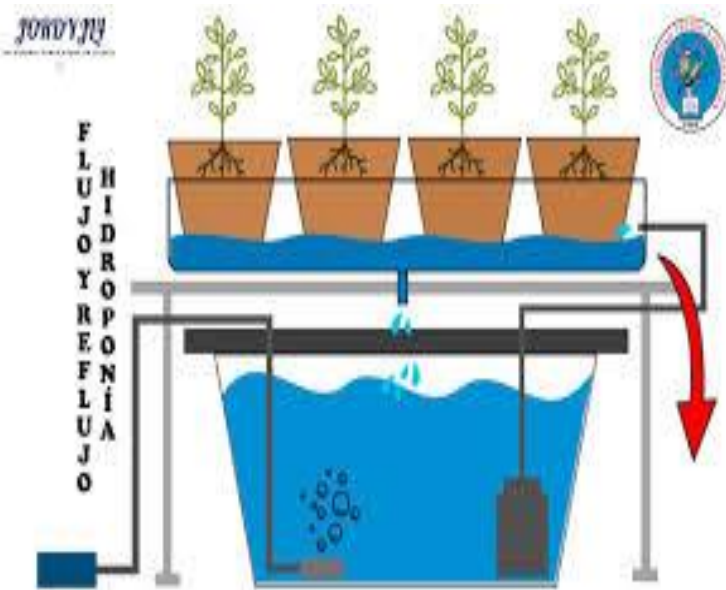
**Anexo 1.** Forraje verde Hidropónico.

**Fuente:** HYDRO (2020).



**Anexo 2.** Aplicación de FVH en cerdos.

**Fuente:** GOVCO (2020).



**Anexo 3.** Sistema de Cultivo en Drenaje y Reflujo (Ebb and Flow).

**Fuente:** Zagal *et al.* (2020).