

PRODUCCIÓN ARTESANAL Y ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ UNA TECNOLOGÍA PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR EMPRESARIAL



PERÚ COLECCIÓN
**RESULTADO DE
INVESTIGACIÓN**

Alex Segundo García Crisanto
Luis Alberto Flores Rodríguez
Elizabeth Julissa García Nima
Gladys Ligia Peña Pazos

**PRODUCCIÓN ARTESANAL Y
ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO
DEL FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO DE MAÍZ, UNA
TECNOLOGÍA PARA LA PEQUEÑA
AGRICULTURA FAMILIAR
EMPRESARIAL – PERÚ**

COLECCIÓN RESULTADO DE INVESTIGACIÓN

Primera Edición 2023 Vol. 1

Editorial EIDEC

Sello Editorial EIDEC (978-958-53018)

NIT 900583173-1

Autores

Alex Segundo García Crisanto

Luis Alberto Flores Rodríguez

Elizabeth Julissa García Nima

Gladys Ligia Peña Pazos

ISBN: 978-628-95884-5-3

Formato: Digital PDF (Portable Document Format).

DOI:

Publicación: Colombia

Fecha Publicación: 13/10/2023

Coordinación Editorial

Escuela Internacional de Negocios y Desarrollo Empresarial de Colombia – EIDEC

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES

Revisión y pares evaluadores

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES

Coordinadores editoriales

Brayan Camilo Pinto Carreño

Editorial EIDEC

Dr. Cesar Augusto Silva Giraldo

Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia – CEINCET – Colombia.

Dr. David Andrés Suarez Suarez

Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES – Colombia.

El libro, **PRODUCCIÓN ARTESANAL Y ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ UNA TECNOLOGÍA PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR EMPRESARIAL - PERÚ**, está publicado bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>). Esta licencia permite copiar, adaptar, redistribuir y reproducir el material en cualquier medio o formato, con fines no comerciales, dando crédito al autor y fuente original, proporcionando un enlace de la licencia de Creative Commons e indicando si se han realizado cambios.

Licencia: CC BY-NC 4.0.

NOTA EDITORIAL: Las opiniones y los contenidos publicados en el libro **PRODUCCIÓN ARTESANAL Y ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ UNA TECNOLOGÍA PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR EMPRESARIAL - PERÚ** son de responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, estos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado por parte de la **Editorial EIDEC**.



**PRODUCCIÓN ARTESANAL Y ANÁLISIS
ECONÓMICO FINANCIERO DEL FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO DE MAÍZ, UNA TECNOLOGÍA
PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR
EMPRESARIAL – PERÚ**

**Artisanal Production and Financial Economic Analysis
of Hydroponic Green Corn Fodder, a Technology for
Small Family Farming – Peru**

AUTORES

Alex Segundo García Crisanto ¹

Luis Alberto Flores Rodríguez ²

Elizabeth Julissa García Nima ³

Gladys Ligia Peña Pazos ⁴

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad –
REDIEES.⁵

¹ Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura. Doctor en Medio ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad Federico Villareal. Ocupación. Docente Del Programa de Administración, Universidad Privada Antenor Orrego. agarcia19@upao.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-5623-0484>

² Ciencias Económicas, Universidad Privada Antenor Orrego, Universidad ESAN. Director Programa de Administración UPAO. floresr1@upao.edu.pe <https://orcid.org/0000-0001-9172-5928>

³ Licenciada en Administración, Universidad Nacional de Piura. Universidad Alas Peruanas. Gerente de Empresa Agroexportación Sr, Cautivo - ACEE. elizabeth242811@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9951-0953>

⁴ Licenciada en Educación Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego. Jefa de la Oficina de Gestión Académica. Piura, gpenap@upao.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-5367-1786>

⁵ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

CONTENIDO

PRÓLOGO	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	7
1.1. Fundamentos Teóricos	7
<i>1.1.1. ¿Qué es el Forraje Verde Hidropónico? (FVH)</i>	7
<i>1.1.2. El Forraje Verde Hidropónico de maíz</i>	8
<i>1.1.3. Ventajas y desventajas de la producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz.</i> ...	10
<i>1.1.4. El análisis de costos de producción de Forraje Verde Hidropónico.</i>	13
<i>1.1.5. Sequía y el cambio climático</i>	13
<i>1.1.6. COVID 19</i>	15
<i>1.1.7. Importancia de la producción de Forraje Verde Hidropónico.</i>	16
<i>1.1.8. Condiciones ambientales idóneas para la producción de Forraje Verde Hidropónico</i>	16
<i>1.1.9. El cultivo de maíz.</i>	17
<i>1.1.10. Maíz para la producción de Forraje Verde Hidropónico</i>	17
<i>1.1.11. Maíz para la producción de forraje tradicional.</i>	17
1.1.12. Propósito	18

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS EN EL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	18
2.1. Ubicación	18
2.2. Clima en Piura.	19
2.3. Caracterizar el sistema de la empresa familiar.	20
2.4. Definir el lugar para la Producción de Forraje Verde Hidropónico.	21
2.5. Construcción de las instalaciones.	22
2.6. Selección de la semilla	23
2.7. Lavado de la semilla	23
2.8. Remojo de la Semilla.	23
2.9. Siembra en las bandejas.....	24
2.10. El Riego de las bandejas.....	24
2.11. Mantenimiento del cultivo	25
2.12. Cosecha.	25
2.13. Del consumo.	25
2.14. Secuencia fotográfica del proceso de producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico.	26
CAPÍTULO 3. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
3.1. Variables de producción de Forraje Verde Hidropónico	38
3.1.1. <i>Altura de las plantas (cm)</i>	38
3.1.2. <i>Biomasa verde.</i>	38

3.1.3. <i>Materia seca. (MS)</i>	38
3.1.4. <i>Valoración económica</i>	39
3.2. Análisis de las variables.	39
3.2.1. <i>De la altura de planta:</i>	39
3.2.2. <i>Biomasa verde:</i>	40
3.2.3. <i>Materia seca.</i>	42
3.2.4. <i>Valoración económica del FVH</i>	42
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

PRÓLOGO

En este libro, usted encontrará la información actualizada sobre la producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico, además de una guía fácil para producir tu propio forraje desde la comodidad de su fundo familiar.

El libro presenta las características y beneficios de la producción de Forraje Verde Hidropónico para las familias en el Perú, ubicándose la experiencia en la Región Grau, Piura. Asimismo, describe los procesos secuenciales que conforman el paquete tecnológico del FVH, para la producción artesanal que potencian los rendimientos por unidad de superficie.

En el primer capítulo, se sustentan los fundamentos y propósito del estudio de la producción de Forraje Verde Hidropónico y la secuencia lógica que integran los ciclos de producción. Asimismo, se describe la importancia de la producción artesanal del FVH en las familias en su producción agropecuaria. Y su relevancia como alternativa para hacer frente a los cambios climáticos que se evidencian en sequías que repercute en el sistema pecuario.

En el segundo capítulo, se describe la metodología empleada en el proceso tecnológico artesanal para la producción de Forraje Verde Hidropónico, estableciéndose una secuencia lógica, aquí encontrará una guía sencilla con fotografía en cada etapa del proceso, para aprender así la producción, que se detalla desde la siembra hasta la cosecha y consumo del mismo. Durante esta secuencia se registra los costos de producción del proceso.

En el tercer capítulo, se analiza la discusión y análisis de resultados. Asimismo, se presenta desde un enfoque económico la importancia de la producción del Forraje Verde Hidropónico. Se realiza un análisis económico financiero del FVH frente a la manera tradicional de la producción de forraje.

El ideal de los escritores del presente libro es compartir sus experiencias para que por medio de él usted logre fácilmente iniciarse en el emprendimiento de la producción de FVH en la Granja Familiar, ellos han desarrollado experiencias de producción hidropónica desde hace un par de décadas. En tesis de producción de 10 hortalizas en cultivo hidropónico,

Esperamos que este libro le agrade y que sus consejos sencillos pronto lo conviertan en un emprendimiento de éxito en el tema de FVH para su granja familiar.

Atentamente, Los Editores.

PRODUCCIÓN ARTESANAL Y ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ, UNA TECNOLOGÍA PARA LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR EMPRESARIAL – PERÚ⁶

Artisanal production and financial economic analysis of hydroponic corn green fodder, a technology for small business family farming – Peru

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo determinar el nivel de rentabilidad en la producción del Forraje Verde Hidropónico de maíz, de forma artesanal, con la finalidad de disponer de alimento para los animales de la granja familiar; usando los recursos disponibles en la finca. Este alimento es poco utilizado en la región debido a la falta de técnicas de producción adecuadas, sin embargo cabe señalar que se trata de una práctica aplicada internacionalmente debido a la sencillez del proceso de producción.

La investigación es de tipo aplicada, descriptivo-explicativo, la cual estuvo relacionada a la validación del proceso productivo artesanal del FVH de maíz y el análisis de la rentabilidad del producto para ser usado como alimento de los animales de la granja familiar.

⁶ Derivado del proyecto de investigación: *Análisis económico financiero para el cultivo de Forraje Verde Hidropónico en la producción de aves de corral de la Asociación de Productores Atea del Valle Medio Piura – Región Piura 2022.*

Los resultados indican la viabilidad de la producción del FVH de maíz en forma artesanal. La producción por unidad de área se incrementa, conforme avanzan los ciclos productivos con frecuencia de diez días. La productividad es de un kilo de semilla de maíz, 6 kilos de FVH. El costo de producción promedio es de S/. 0.5 (0.14 Dólares) por kilo de FVH. El FVH, se usó como alimento, 70% de Forraje, 30% de alimento Concentrado. En pavos y gallinas de 9 y 3 kilos.

El estudio concluye que es posible producir FVH de forma artesanal, siendo rentable su uso y cuida el medio ambiente.

Palabras Claves: *producción artesanal; análisis económico; forraje; pequeños productores.*

ABSTRACT

The objective of the work is to determine the level of profitability in the production of green hydroponic forage from corn, in an artisanal way, in order to have food for the animals of the family farm; using the resources available on the farm. This type of food is rarely used in the area because there is no appropriate technology for its production, however, we must indicate that it is a practice used internationally, due to its ease in the production process.

The research is of an applied, descriptive-explanatory type, which was related to the validation of the artisan production process of corn FVH and the analysis of the profitability of the product to be used as food for the animals of the family farm.

The results indicate the viability of the production of corn FVH in an artisanal way. The production per area unit increases, as the productive cycles advance with a frequency of ten days. Productivity is one kilo of corn seed, 6 kilos of FVH. The average production cost is S/. 0.5 (0.14 Dollars) per kilo of FVH. The FVH, we use them as food, 70% of Forage, 30% of Concentrated food. In turkeys and chickens of 9 and 3 kilos.

The study concludes that it is possible to produce FVH in an artisanal way, its use being profitable and caring for the environment.

Keywords: *artisanal production; economic analysis; fodder; small producers.*

INTRODUCCIÓN

El presente libro presenta las características y principales beneficios de la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en Piura, se encuentra ubicado al norte del Perú y cuenta con un clima tropical seco, con una temperatura promedio anual de 24°C, en el verano supera los 35°C, pudiendo llegar hasta 38°C. La época de lluvias es entre enero y marzo. En los últimos años el clima se viene modificando por el calentamiento global; según la FAO (2013) este cambio climático nos lleva a periodos de sequía que afectan la producción de forrajes y por consiguiente la disponibilidad de alimento para la producción pecuaria.

La sequía en Piura y la falta de pastos es un problema cíclico, cada vez más recurrente. Recordamos los efectos de la sequía vivida en 2014, reportada por la Asociación de ganaderos del Distrito de Morropón-Chulucanas, más de 10.000 animales, incluidos bovinos, caprinos y ovinos, han muerto en la sequía y escasez de pasto para ganado. Asimismo, en el año 2022, pone en riesgo a cerca de 80.000 cabezas de ganado, perjudicado a unos 40.000 agricultores que viven la zona. Ante la escasez de alimentos los productores empiezan a buscar alternativas alimenticias para salvar a su ganado una de estas opciones es los alimentos concentrados el mismo que resulta oneroso acceder por el elevado costo. Otra de las alternativas es el uso de residuos agrícolas como son taralla de maíz, residuos de banano. Estas últimas además de ser escasas no aportan las proteínas que necesita el ganado (García et al, 2022).

La producción de Forraje Verde Hidropónico, con tecnología artesanal, Es una alternativa real a los métodos tradicionales de producción y disponibilidad de alimentos, ayudando a promover la sostenibilidad de las pequeñas empresas familiares en la Región Enseñando ahora la producción de forrajes, utilizando esta tecnología y los recursos disponibles en nuestra región, tendremos inmediatamente estrategias para enfrentar la sequía actual y prepararnos mejor para la próxima que llegará en un ciclo que la naturaleza ya lo tiene programado (García et al., 2022).

En este contexto actual descrito en los párrafos anteriores asociado a la importancia de crear alternativas pragmáticas para disminuir el impacto del cambio climático,

aumentando los efectos sinérgicos de los integrantes del sistema productivo, surge el propósito de esta publicación, el cual es difundir la factibilidad económica de la producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) empleando grano comercial, como una alternativa alimenticia en el sistema pecuario.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

1.1 Fundamentos Teóricos

Se han descrito los principales conceptos teóricos que dan sustento a la producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico (FVH).

1.1.1. ¿Qué es el Forraje Verde Hidropónico? (FVH)

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento de semillas de cereales. El FVH es de alta digestibilidad, calidad nutricional y es apto para la alimentación animal, El FVH se produce en ausencia del suelo y en condiciones protegidas donde se controlan algunas variables ambientales (luz, temperatura y humedad). Usualmente se utilizan semillas de maíz, avena, cebada, trigo y sorgo (Juárez López et al., 2013).

La FAO (2011) en su manual manifiesta que: “es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El Forraje Verde Hidropónico o “green fodder hydroponics” en un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal”.

Chavarría Torrez et al. (2018) “El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una metodología de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para evadir las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje, Estas alternativas artesanales de producción de FVH, están dirigidas

a los pequeños productores, con el fin de aprovechar de la mejor manera los recursos de sus fincas y de esta manera ahorrar dinero tiempo así como también convertir su granja en auto sostenible”.

El Forraje Verde Hidropónico es un alimento y suplemento nutricional que se puede agregar a la alimentación de todo el ganado y es una técnica que tiene varias ventajas para los productores, ya que reduce los costos de producción, el tiempo de producción de alimentos, el daño del suelo causado por el sobrepastoreo, la compactación, el agua. contaminación. Al mismo tiempo, aumenta la tasa de producción y reproducción del animal, es muy sabroso y digerible para la parte específica del animal (Agriculturesrs, 2014).

El Forraje Verde Hidropónico es el uso de la tecnología en la producción de alimento para el ganado usando los recursos de forma adecuada, especialmente el recurso hídrico que es mucho menor frente a la tecnología de producción tradicional de forraje para el ganado. Asimismo, nos permite aprovechar las variables climáticas como son luz solar, temperatura transformando estas ventajas comparativas en ventajas competitivas.

En el proceso tecnológico de producción artesanal se puede usar diversos tipos de semillas, se procura siempre usar las que siempre están disponibles, se pueden usar semillas, de avena, frejol, arroz, cebada, maíz criollo.

1.1.2. El Forraje Verde Hidropónico de Maíz

García et al. (2022) “Maíz (*Zea mays* L.) El maíz es uno de los cultivos forrajeros más utilizados debido a su alto valor nutricional y alto rendimiento, lo que permite la producción masiva continua de Forraje Verde Hidropónico en varios métodos de producción hidropónicos y la producción con alto rendimiento alimentario. El precio es más bajo que el precio de venta del sistema tradicional de producción de alimentos. El alimento verde hidropónico a base de maíz proporciona más energía, proteínas y mejora la digestión; es una alternativa efectiva para los productores”.

Zagal-Tranquilino et al. (2016) mencionan que “El Forraje Verde Hidropónico es el producto obtenido del proceso de germinación de granos de cereales que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales como alimento. En este experimento el riego fue cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz. El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es

el producto obtenido del proceso de germinación de semillas de gramíneas o leguminosas (trigo, avena, cebada, maíz.) que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves) como alimento; teniendo como principio el crecimiento de las plántulas a partir de las reservas en las semillas”.

Chavarría Tórrez et.al. (2018) “concluye que, Los granos germinados alcanzan una altura promedio de 25 cm; el animal se alimenta de la parte aérea que consiste en tallos y hojas verdes, semillas y otras raíces. El procedimiento permite la producción intensiva de alimento fresco para todo tipo de animales, maximizando el uso de espacio y recursos con excelentes resultados”.

Alvites et al. (2010) “sistema de administración de operaciones para la producción del Forraje Verde Hidropónico como dieta principal alimentaria del ganado en general del centro poblado almirante grau - cura mori Piura Concluye, que es factible producir Forraje Verde Hidropónico en Piura Perú”.

García et al. (2022), “El Forraje Verde Hidropónico es una tecnología adecuada para su implementación y de fácil uso por los pequeños agricultores; es una tecnología de producción de alimentos que reduce los costos fijos de los alimentos para animales, especialmente los del concentrado; es definido como una excelente fuente de proteínas y vitaminas, lo que significa que tiene un buen valor nutricional, El uso de esta tecnología nos posibilita obtener forraje verde y fresco durante todo el año, independientemente de los problemas climáticos”.

El Forraje Verde Hidropónico de maíz es muy factible de realizarlo en la zona de Piura Perú, dado las condiciones agroclimáticas que le ofrece la zona, asimismo la disponibilidad de grano comercial de maíz, es todos los meses del año, con mayor énfasis en los meses de octubre noviembre por la cosecha de la campaña chica en la cual se siembran áreas significativas que bordean las 20,000 has.

1.1.3. Ventajas y desventajas de la producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz

1.1.3.1. Ventajas:

- ***Semilla.*** Hemos demostrado que es posible usar como semilla el grano comercial que se produce en el campo del agricultor, no siendo necesario adquirir semillas certificadas. En la mayoría de los casos el grano de maíz es el más utilizado para la producción de Forraje Verde Hidropónico. Es importante resaltar la necesidad de hacer una prueba de germinación del grano comercial que va a ser usado como semilla. El grano comercial a ser usado debe tener un parámetro que va entre 80 y 90% de germinación.
- ***Materiales Usados.*** Los materiales usados son los que se dispone en el predio del pequeño productor los que representan el 90 % y un 10 % adquiridos en el mercado de los hidropónicos, especialmente las bandejas hidropónicas y la malla Rashell.
- ***Ahorro de agua.*** En el sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico en su proceso minimiza las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración. Estas pérdidas son mínimas al compararse con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, por ejemplo, Para producir 1 kg de pasto verde hidropónico se necesitan de 2 a 3 litros de agua, y el porcentaje de materia seca varía de 12% a 18%, dependiendo del tipo de pasto (Sánchez, 1997; Lomeli Zúñiga, 2000; Rodríguez, 2000). Esto significa un consumo total de agua de 15 a 20 litros por kg de materia seca obtenido en 14 días. Este eficiente ahorro de agua del Forraje Verde Hidropónico explica por qué el mayor desarrollo de la hidroponía ha sido y generalmente se ve en países con ecorregiones desérticas, mientras que las alternativas a la producción de Forraje Verde Hidropónico son atractivas. Una sequía que afecta incluso al suministro de agua potable (García et al., 2022; FAO, 2021).

- ***Eficiencia en el uso del espacio.*** El sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico puede ser instalado en forma modular, usando el espacio en la dimensión vertical lo que optimiza su uso.
- ***Eficiencia en el tiempo de producción.*** El tiempo de producción de Forraje Verde Hidropónico apto para la alimentación animal es de 10 a 12 días. En algunos casos, la cosecha ocurre después de 14 o 15 días debido a las estrategias internas de manejo de los productores, aunque varios estudios científicos han encontrado que el tiempo óptimo no puede extenderse más allá de los 12 días. Aproximadamente a partir de esta fecha, el valor nutricional de los pastos hidropónicos comenzó a disminuir significativamente (Bonner y Galston, 1961; Koller, 1962; Simon y Meany, 1965; Fordham et al., 1975, citados todos ellos por Hidalgo, 1985).
- ***Calidad del forraje para los animales.*** El Forraje Verde Hidropónico es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (Less, 1983, como se citó en Pérez, 1987). Su alto valor nutritivo se logra gracias a la germinación del grano. En general, los cereales contienen un poco más de energía digerible (3300 kcal/kg) que el pasto hidropónico (3200 kcal/kg) (Pérez, 1987).
- ***Inocuidad.*** Sánchez (1997) “Los pastos verdes hidropónicos artesanales son pastos limpios e inofensivos libres de hongos e insectos. Asegura el consumo de alimentos reconocidos por su valor nutritivo y calidad higiénica. Con el alimento verde hidropónico, los animales no están expuestos a plantas o pastos no deseados que inhiben o deterioran el metabolismo y los procesos de absorción”.
- ***Producción planificada según sus necesidades:*** García et al. (2022) “Se produce en un espacio limitado, tiene alta digestibilidad y valor nutricional, y es especialmente adecuado para la alimentación animal; puede producirse en cualquier condición climática y en cualquier época del año, lo que supone un importante ahorro

de recursos hídricos, cada vez más utilizados para el desarrollo de su producción. Un recurso más limitado e imprescindible; bajos costos de producción, buen sabor para los animales, contiene enzimas digestivas para una mejor absorción de otros alimentos; rica en proteínas, aporta muchas vitaminas a los animales; complejo B; también indicado para hidroponía El alimento verde puede mejorar la fertilidad de los animales”.

1.1.3.2. Desventajas

- **Desinformación y sobrevaloración de la tecnología.** Según Marulanda e Izquierdo (1993) “*Los Proyectos de Forraje Verde Hidropónico* preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente. El Forraje Verde Hidropónico es una actividad de mantenimiento continua y exigente que implica un compromiso del productor. La falta de conocimientos e información práctica, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.
- **El Forraje Verde Hidropónico es de bajo contenido de fibra,** por lo que se recomienda como suplemento y no como alimento compuesto para el ganado. Franco (2016) como se citó en Chavarría-Torrez, Agustín, Castillo-Castro y Sandra en “El Forraje Verde Hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja” (García et al., 2022).
- **Rendimiento del Forraje Verde Hidropónico.** Raúl López-Aguilar, Bernardo Murillo-Amador y Guadalupe Rodríguez-Quezada, (2018; 2019) “El Forraje Verde Hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. Concluye. Usando el método de producción Forraje Verde Hidropónico, se pueden cosechar de 15 a 25 toneladas de materia seca por año. Este rendimiento es equivalente al de la alfalfa, el sorgo o el maíz, pero en 100 veces menos tierra y sin el uso de agroquímicos.” (García et al., 2022).

1.1.4. El análisis de costos de producción de Forraje Verde Hidropónico

Es una alternativa económicamente viable para los pequeños y medianos productores, el acceso a esta tecnología reduce las consecuencias de la sequía que pueden conducir a la pérdida de animales. La rentabilidad de la producción de Forraje Verde Hidropónico, impulsa hacia la mejora de la calidad de vida de la familia, contribuyendo así a su desarrollo sostenible. (García et al., 2022).

1.1.5. Sequía y el cambio climático

García et al. (2022) “Las sequías tienen distintas causas, algunas naturales y otras relacionadas con varias actividades humanas. El cambio climático está aumentando la frecuencia, duración, y severidad de las sequías. Las sequías son costosas y afectan a las personas dentro y fuera de las áreas que experimentan directamente condiciones secas, especialmente cuando una sequía afecta a las regiones agrícolas. La producción de Forraje Verde Hidropónico, es un método de producción de alimentos para animales que aborda las principales dificultades que enfrentan las regiones áridas para obtener alimentos para animales. Regiones áridas como la nuestra. Caracterizada, por escasas de lluvias, alta evaporación, inclemente sol, efectos del cambio climático con fenómenos de sequía cuyos ciclos se presentan cada vez con más frecuencia”.

La sequía y la escasa disponibilidad de pasto, es un problema cíclico que cada vez se repite con más frecuencia por el calentamiento global, recordamos la última sequía vivida el año 2014, año en el cual la Asociación de Ganaderos en el distrito de La Matanza, provincia de Morropón–Chulucanas, informaron que más de 10,000 animales murieron a causa de la sequía, entre vacas, chivos, ovejas. Este año 2022, se vuelve a repetir la sequía y déficit de pasto para el ganado, poniendo en riesgo aproximadamente 80,000 cabezas de ganado, perjudicando a cerca de 40,000 mil ganaderos asentados en distritos de Morropón y Lancones en Sullana (García et al., 2022).

La producción de Forraje Verde Hidropónico es una alternativa realista y viable a los métodos tradicionales de producción de alimentos, que contribuye a potenciar la sostenibilidad de las pequeñas empresas familiares de la Región Grau. Empezar ahora a enseñar la producción de alimentos para el ganado, usando la tecnología y los recursos

disponibles en nuestra zona, nos dará estrategias para enfrentar inmediatamente la sequía actual y estar mejor preparados para la próxima que vendrá en el ciclo programado por la naturaleza (García et al., 2022).

Ilustración 1.

Noticia regional Piura. 20 mil cabezas de ganado vacuno en riesgo de morir por la sequía en Piura.



Nota. Registro fotográfico.

Ilustración 2.

Noticia regional Piura. 80.000 cabezas de ganado caprino en riesgo de morir por la sequía en Piura.



Nota. Registro fotográfico.

1.1.6. COVID 19

La crisis de COVID pone de relieve la necesidad de satisfacer rigurosamente las necesidades nutricionales de los residentes y obtener alimentos frescos. Esta pandemia fue una crisis mundial que afectó a los sectores alimentario y agrícola incluso en las economías avanzadas. Se necesita una acción urgente para proteger la cadena alimentaria y reducir el riesgo de grandes impactos con consecuencias significativas. Durante esta pandemia, los pequeños y medianos productores locales de todo el mundo son vistos como trabajadores esenciales para la producción cercana de alimentos frescos, creando una economía resiliente (Bartolomé et al., 2021).

1.1.7. Importancia de la producción de Forraje Verde Hidropónico

Los problemas que afrontan los pequeños y medianos productores relacionados a la sequía, erosión de suelos, disponibilidad hídrica encuentran una alternativa viable en la producción de Forraje Verde Hidropónico, que ayuda hacer frente a las necesidades de la disponibilidad y oportunidad de alimentos para el ganado.

El respeto en la producción Hidropónica por los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible: Medio Ambiente, económico y social, lo tornan en una alternativa importante en el sistema de los pequeños y medianos productores.

1.1.8. Condiciones ambientales idóneas para la producción de Forraje Verde Hidropónico

La luz es importante para la germinación y el crecimiento de los cultivos, desde la germinación hasta el tercer o cuarto día, se debe mantener una luz tenue y la luz debe distribuirse uniformemente, pero no directamente del sol; La luz estimula el crecimiento de las plántulas, evita el consumo de reservas de alimento y mejora el valor nutricional del Forraje Verde Hidropónico (Rivera 2010).

La temperatura afecta la germinación y el crecimiento de las semillas y está directamente relacionada con la absorción y la transpiración del cultivo. Por otro lado, la temperatura debe mantenerse en el rango óptimo de 18-26° C para producir completamente Forraje Verde Hidropónico (Sánchez, Marín y Torres).

Según Fernández (2012), El agua es el factor más importante en la vida vegetal. El riego proporcionará la humedad necesaria para las plantas y el rango óptimo de humedad relativa.

Con una humedad relativa oscila entre 60 y 80% mayor a este porcentaje mencionado, existe el riesgo de ataque de hongos en las raíces. Las tres variables de temperatura, luminosidad, humedad relativa, en la zona de Piura la provee en forma natural, lo que hace una dispongamos de estas ventajas comparativas, las cuales con transformadas por la producción de Forraje Verde Hidropónico en ventajas competitivas.

1.1.9. El cultivo de maíz

El maíz está en la cedula de cultivos tradicional. En promedio, el país tiene aproximadamente 52.000 ha de maíz, y alrededor de 82.000 familias dependen directamente de su producción, lo que muestra su importancia socioeconómica para el país. La superficie cultivada en Piura es de unas 20.000 hectáreas. El rendimiento medio por hectárea es de 70.00 kg.

De la producción del maíz amarillo duro, alrededor del 90% se utiliza para la producción de alimentos, principalmente para pollos, cerdos y vacunos, En los últimos años, las plantas de maíz se han utilizado para alimentar animales pequeños, cabras y ovejas.

El maíz es uno de los principales cultivos incluidos en el plan productivo de esta zona de Piura y se cultiva principalmente en pequeñas áreas como monocultivo, en algunos casos junto con frijol. El sistema de cultivo del maíz es tradicional y su producción utiliza métodos tradicionales utilizando semillas pre-cosechadas.

1.1.10. Maíz para la producción de Forraje Verde Hidropónico

El grano de maíz (*Z. mays*) es el más utilizado en las experiencias relacionadas para la producción de Forraje Verde Hidropónico, en este proceso un factor de gran importancia es la calidad de semilla. La semilla es la que proviene del grano comercial que ha sido producido en la zona entre las características principales esta lo relacionado al porcentaje de germinación el mismo que debe ser mayor a 80 %.

En la producción de Forraje Verde Hidropónico de grano de maíz permite alcanzar una mayor producción de biomasa verde, con raíces libre de ataque de hongos.

1.1.11. Maíz para la producción de forraje tradicional

El maíz es un cultivo que se usa para la producción de forraje tradicional, el mismo que tiene un costo de producción 2,346 dólares consumo de agua equivalente a 10,000 m³ por ha. El costo del m³ es de 0.04512 Su cosecha se realiza entre los 75 – 100 días, Puede

alcanzar una producción promedio de 50 toneladas por hectárea de forraje verde. Alrededor de 15 a 25 Toneladas de mataría seca por hectárea por año.

1.1.12. Propósito

El propósito de esta publicación, es difundir y poner a disposición de todos los integrantes de la comunidad, la metodología y el paquete tecnológico que evidencia la factibilidad económica de la producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) empleando grano comercial, como una alternativa alimenticia en el sistema pecuario.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS EN EL PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

El Proceso tecnológico está relacionado con el sector empresarial agropecuario de la pequeña y mediana empresa. Vinculado a la producción de forraje como alimento para ganado. La producción de Forraje Verde Hidropónico en forma artesanal es una de las técnicas más sencillas de producir un cultivo, sin embargo, es necesario tener conocimiento básico de los principales procesos los mismos que describimos a continuación:

2.1. Ubicación

La investigación se realizó entre la campaña agrícola 2021-2023 (julio), ubicada en la Zona de Cieneguillo Sur, de la provincia de Piura, Perú, cuyas coordenadas geográficas son latitud sur 5°06'21" S; longitud oeste 80°39'36" y altitud 59 m.s.n.m (Ilustración 3).

Ilustración 3.

Ubicación geográfica de la agricultura familiar donde se desarrolló la producción de Forraje Verde Hidropónico.



Nota. Registro fotográfico. Elaboración propia.

La investigación es descriptiva porque nos permitió recoger información de las dos campañas agrícolas; explicativo por que detalla las actividades realizadas para determinar el nivel de producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico.

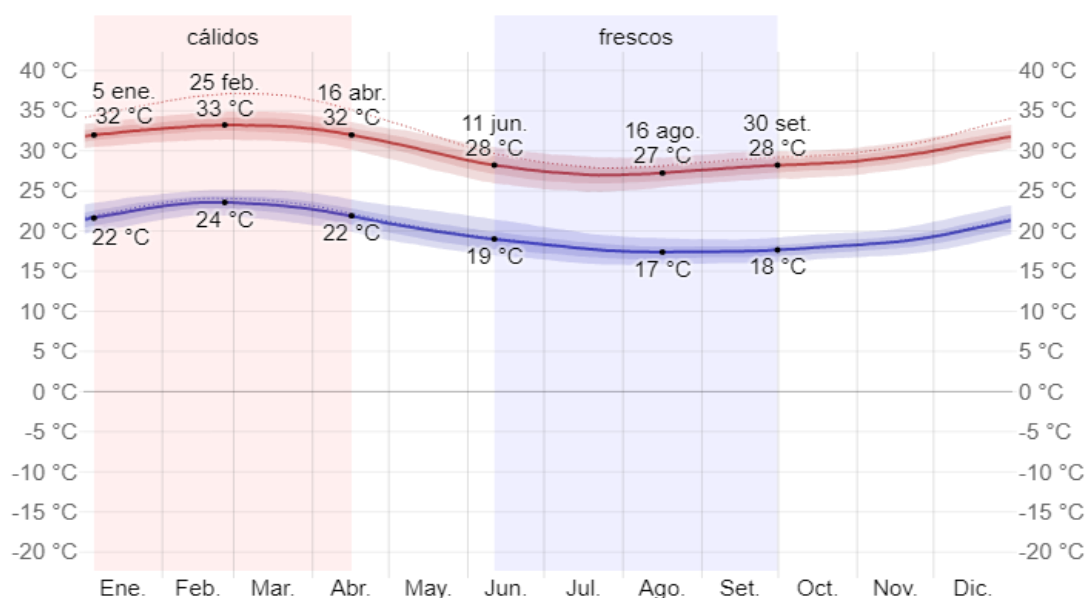
2.2. Clima en Piura

La temporada calurosa dura 3 a 4 meses, empieza el 5 de enero y culmina oficialmente el 16 de abril, en esta etapa la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El mes más cálido del año en Piura es marzo, con una temperatura máxima promedio de 38 °C y mínima de 23 °C.

La temporada fresca dura 3.6 meses, empieza el 11 de junio y termina el 30 de setiembre, y la temperatura máxima promedio diaria en esta etapa es de 28 °C. El mes más frío del año en Piura es agosto, con una temperatura mínima promedio de 17 °C y máxima de 27 °C.

Ilustración 4.

Temperatura máxima y mínima promedio de Piura.



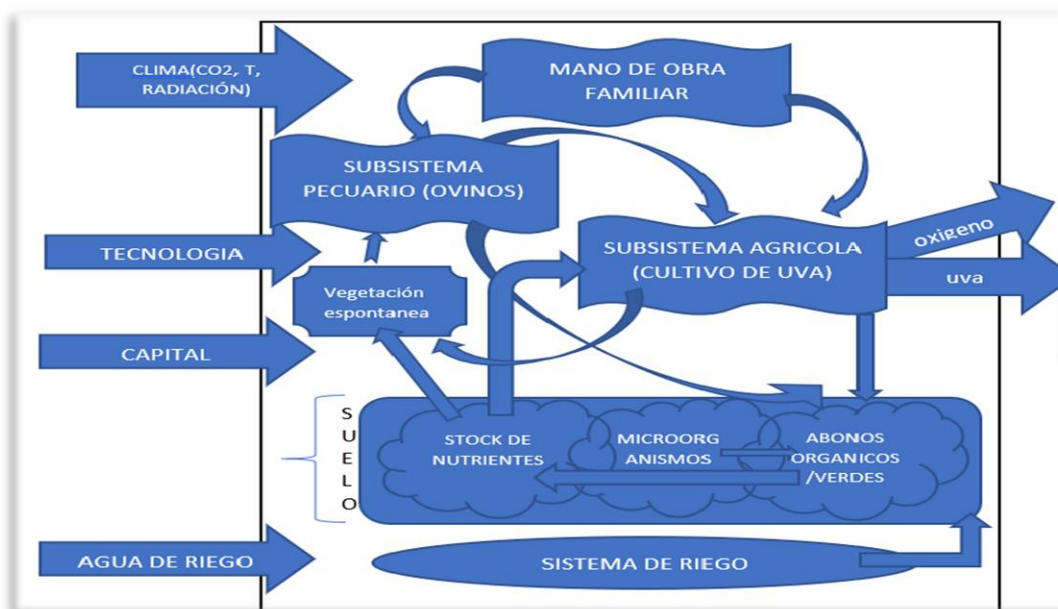
Nota. tomado de: <https://es.weatherspark.com/y/18257/Clima-promedio-en-Piura-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

2.3. Caracterizar el sistema de la empresa familiar

Se caracteriza el ámbito físico en el cual se evaluó la producción del Forraje Verde Hidropónico, dado que su análisis se hace poniendo en práctica su relación sistémica, siendo necesario para esto definir los límites del sistema, los componentes del mismo y sus interrelaciones.

Ilustración 5.

Modelo simplificado del sistema de producción familiar en la ATEA – Cieneguillo Sur, Piura, Perú.



Nota. Elaboración Propia.

2.4. Definir el lugar para la producción de Forraje Verde Hidropónico

El lugar destinado para la producción, debe estar en lo posible cerca de un punto de acceso al agua y sombra de plantas arbustivas, El tamaño del lugar donde se va a producir, está relacionado a la cantidad de forraje que se quiere producir por día. Se sabe que un metro cuadrado es suficiente para producir 352 kg diario de alimento para animales. Para maximizar la producción y el espacio, se dispone la tecnología para hacer una producción vertical capaz de aprovechar la sinergia entre los 3 a 4 estantes que conformarían el área de producción. En nuestro caso definimos que el sitio estaría cerca de un punto de agua y a la sombra de plantas de tamarindo. Las dimensiones se definieron con un área de 6 m² (2 x 3) (García et al., 2022).

2.5. Construcción de las instalaciones

Las instalaciones en la que se va a producir el forraje, en nuestra zona norte de Perú-Piura que tenemos un clima tropical cálido, tiene 2m de altura para ayudar a un mejor control del calor, las paredes están construidas usando malla Raschel, en el caso del techo se usó palma de cocoteros ubicadas de tal manera que faciliten disponer en promedio un 60% de sombra (García et al., 2022).

2.5.1. El piso

En nuestro caso dado que el lugar es un suelo arenoso y por su composición textural, tiene una rápida percolación la misma que nos facilita el manejo del agua remanente, evitándonos encharcamientos en el piso, propiciando las condiciones para el ataque de hongos y enfermedades. El piso así determinado, solo se procedió a realizar la nivelación en forma manual del mismo.

2.5.2. Soporte de la estructura

La estructura de las instalaciones debe garantizar la adecuación de todos los procesos que conforman el paquete tecnológico artesanal. Para esta labor se usó una combinación de maderas de eucalipto. Tubos de PVC, alambre de construcción y malla Raschel. Las maderas de eucalipto son 15 de 2 metros de largo por 2 pulgadas de diámetro, la malla Raschel, se usó 5 metros cuyas características son, de verde mono filamento redondo y filamento plano con 70% promedio de sombra. Los Tubos de PVC de 1 pulgada de diámetro, cuatro tubos, estos tubos sirven para soporte de los anaqueles donde se van distribuir las bandejas hidropónicas.

2.5.3. Anaqueles. para soportar las bandejas de producción de alimentos

Una vez construido la estructura principal se procede a la construcción de los anaqueles. Para su construcción se usan las tuberías de PVC, la ubicación de los anaqueles es de 3 niveles en forma vertical, la altura entre cada nivel debe ser de 50 cm y la primera capa debe estar a unos 50 cm sobre el suelo, este espacio va a facilitar las labores de riego, así como el crecimiento de las plántulas. los estantes deben construirse teniendo un pendiente con un grado de inclinación promedio de 20°. Esto con la finalidad de permitir el drenaje del agua. Asimismo, facilitar las labores de mantenimiento del cultivo.

2.6. Selección de la Semilla

Se debe seleccionar semilla de origen conocido, adaptada a las condiciones locales y de buena germinación. La semilla de maíz usada en nuestro proceso es la que se vende en los mercados locales como grano para el consumo de los animales y que ha sido producida por los agricultores locales.

La semilla antes de comprarla se debe realizar una prueba de germinación, si este parámetro es mayor a 80%, la misma esta apta para ser considerada en el proceso de Forraje Verde Hidropónico.

2.7. Lavado de la Semilla

El grano comercial seleccionado, se procede a lavar la semilla de maíz, usando agua en baldes plásticos, con el objetivo de eliminar impurezas y granos vanos y prepararla para el proceso de germinación.

2.8. Remojo de la Semilla

La semilla lavada se pone a remojar en un balde plástico por un lapso de 12 horas, esto con la finalidad de incentivar la germinación de las semillas. Es importante mencionar

que no es conveniente remojar por un lapso mayor de 12 horas; esto debido a que se baja el porcentaje de germinación.

En forma práctica se recomienda poner la semilla a remojar a las 6 p.m. Del día anterior a lo programado para la siembra. Esto hace que el día siguiente a las 6 am. Esta lista para la siembra.

2.9. Siembra en las bandejas

Para iniciar el proceso de siembra, la semilla remojada se distribuye uniformemente sobre las bandejas hidropónicas a un promedio de 1.5 kilos por cada una. Las bandejas en la que se distribuye la semilla se colocan en semi oscuridad en un lapso de tiempo de 78 horas, que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación, para lograr la semi oscuridad, se procede a taparla con un plástico de color negro y/o una misma bandeja en forma invertida, esto con la finalidad de incentivar el proceso de germinación. Mediante esta técnica le estamos proporcionando a las semillas condiciones de alta humedad, buena temperatura y una óptima luminosidad para favorecer la germinación. Una vez detectada la brotación completa de las semillas retiramos el plástico negro o la bandeja invertida según sea el caso de uso. Las bandejas hidropónicas usadas tienen las siguientes medidas de 42x 34 x 3 centímetros (García et al., 2022).

2.10. El Riego de las Bandejas

El agua de riego puede ser agua de pozo, agua de lluvia, agua del grifo. El volumen de agua no debe superar los 0,5 litros por bandeja en los primeros días, hasta alcanzar una media de 1,5 litros al día. La cantidad de agua de riego depende de las necesidades del cultivo y de las condiciones ambientales internas de la planta forrajera verde hidropónica. Un consejo práctico a tener en cuenta es no regar cuando las hojas del cultivo estén ligeramente húmedas, al igual que su respectiva masa de raíces (Sánchez, 1997).

La cantidad exacta de agua recomendada para el riego dependerá del tipo de infraestructura de producción disponible. Es importante recordar que la cantidad de agua se debe dividir en varias aplicaciones todos los días. El agua a utilizar debe estar debidamente oxigenada, el mismo efecto se consigue reciclando el agua usada y echándola en un balde. En este proceso de producción artesanal el riego se realiza manualmente usando 1 litro de agua para rociar las semillas en la bandeja. La frecuencia de riego es de tres veces al día (06.00, 12.00 y 18.00) (García et al., 2022).

2.11. Mantenimiento del Cultivo

Al tercer día de la siembra se procede a retirar la bandeja invertida y/o bolsa plástica, permitiendo así el desarrollo de la plántula ya germinada, a partir de este día se debe observar el crecimiento de las plantas y raíces; Una forma práctica de observar el normal crecimiento de producción de Forraje Verde Hidropónico, es observando la formación del “Colchón” de raíces, que no exista ataque de hongos en las raíces. Una forma práctica de realizarlo es levantando “la alfombra” constituida por las plantas y las raíces, las raíces deben tener un color blanquecino uniforme sin pequeñas manchas de color gris los cuales son indicadores de ataque de hongos.

2.12. Cosecha

A los 12 días de la siembra, cuando las plántulas llegan a un promedio de 15 cms de altura, están listas para la cosecha y su uso como alimento para la ganadería. Sin embargo, si estamos necesitados de forraje, podemos efectuar una cosecha anticipada desde el séptimo día.

2.13. Del Consumo

El Forraje Verde Hidropónico dependiendo del tipo de ganado se puede usar de diferente forma. Si es ganado vacuno, caprino, ovino, conejos, cuyes, la forma de uso es en

forma directa tal cual se ha cosechado de las bandejas. Para el caso de pavos y gallinas; para su uso se procede a picarlo en fracciones pequeñas las mismas que son mezcladas con el producto concentrado. En las proporciones de 60% de Forraje Verde Hidropónico y 40% de concentrado. Esta mezcla es muy apetecible por las aves de corral, demostrado en su forma de consumirlo (García et al., 2022).

Ilustración 6.

Ganado caprino consumiendo el Forraje Verde Hidropónico.



Nota. Registro fotográfico. Elaboración propia.

2.14. Secuencia fotográfica del proceso de producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico.

Ilustración 7.

Muestra la Construcción del Invernadero de 2 x 3 x 2. Usando en las paredes malla Rachell, palos de eucalipto. Para la sombra palmeras de coco, puerta de ingreso de calamina.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 8.

Muestra de los tres anaqueles, en los que se usó para su construcción palos de eucalipto, tubería de PVC y alambre de construcción.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 9.

Muestra un módulo con ángulos de hierro.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 10.

Bandeja de producción de Forraje Verde Hidropónico, debe tener en una de las partes orificios que permitan el paso del agua (42x 34 x 3 centímetros).



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 11.

El grano de maíz comercial usado como semilla.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 12.

Siembra de la semilla remojada previamente por 12 horas.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 13.

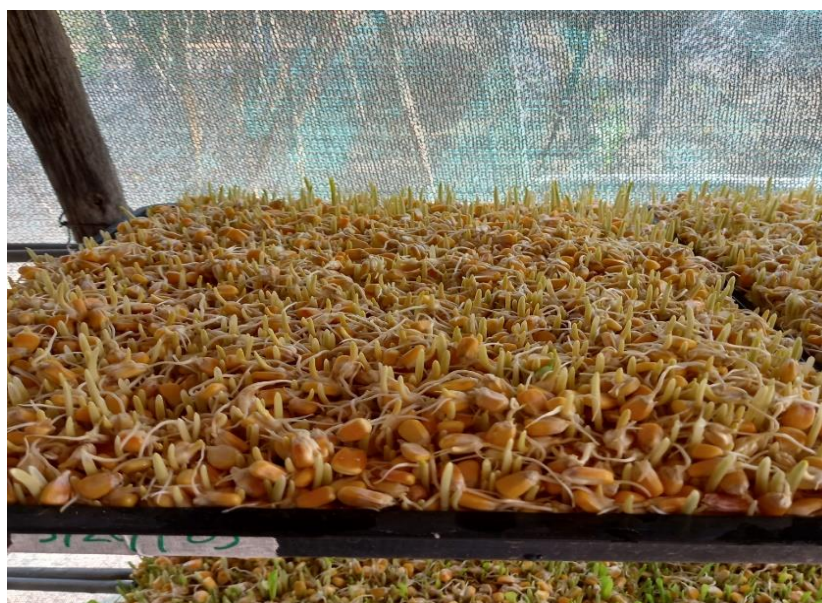
Bandejas tapadas por 78 horas para facilitar la germinación de la semilla.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 14.

Germinación de la semilla al tercer día de sembrada.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 15.

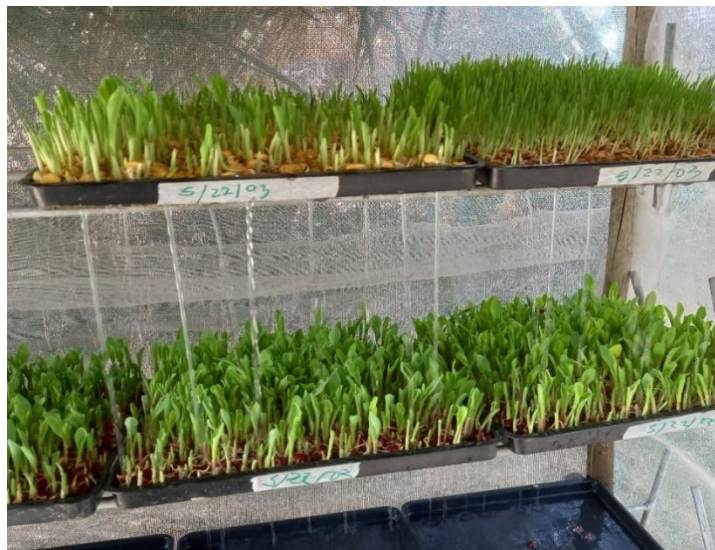
Riego realizado en forma manual de las bandeja (litro por bandeja).



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 16.

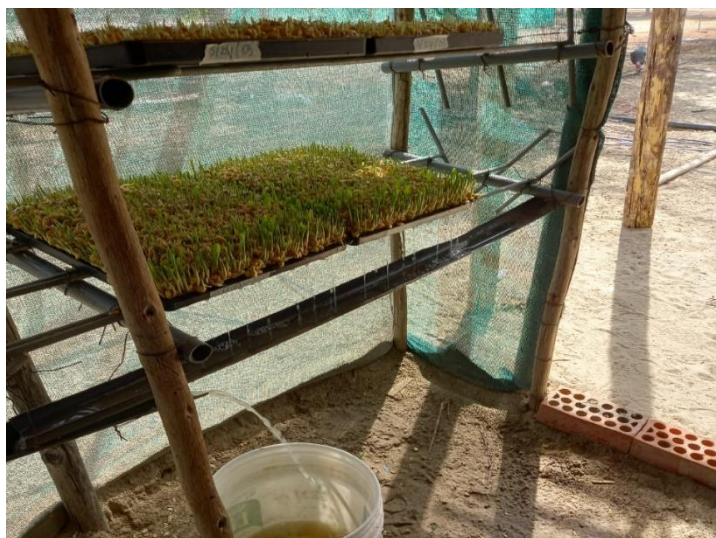
Forma de riego (6, 12 y 6 pm).



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 17.

Recuperación del agua usada en el riego.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 18.

Crecimiento de las plántulas. Las mismas que se notan turgentes y con su color característico.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 19.

Estado de sanidad del cultivo.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 20.

Peso de la bandeja y el crecimiento del Forraje listo para la cosecha (7 kgs y 25 cms).



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 21.

Cosecha del Forraje Verde Hidropónico de maíz producido de la manera artesanal.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 22.

Consumo por aves de corral, previamente picado y mezclado con producto concentrado.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 23.

Degustación de ganado ovino.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 24.

Degustación de ganado caprino.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 25.

Degustación de ganado vacuno.



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 26.

Degustación de ganado porcino.



Nota. Elaboración propia.

Cuadro 1.

Resumen del Procedimiento de producción artesanal de Forraje Verde Hidropónico de maíz.

Secuencia	Actividad	Objetivo
Primer día	Selección de la semilla, hacer Limpieza de la semilla, quitando impurezas y granos quebrados.	Seleccionar un proveedor de buena semilla. Eliminar impurezas que nos pueden generar ataque de hongos.
Segundo día	Lavar la semilla y dejar en remojo por un lapso de 12 horas se aprovecha para retirar las semillas que están flotando.	Maximizar el porcentaje de germinación de la semilla y humedecer la semilla.
Tercer día	Siembra de la semilla en las bandejas hidropónicas y cubrir con bolsa plástica negra o bandeja invertida.	Dar las condiciones óptimas de germinación. Se inician los riegos tres veces al día 6-12-6 pm.
Cuarto día	Continuar con los riegos 3 veces al día. (6-12-6). La cantidad es de un litro por bandeja.	Lograr la germinación y Desarrollo de las raíces.
Quinto día	Continuar con los riegos 3 veces al día. (6-12-6). La cantidad es de un litro por bandeja.	Lograr la germinación y Desarrollo de las raíces.
Sexto día	Continuar con los riegos 3 veces al día. (6-12-6). La cantidad es de un litro por bandeja. Al final del día se retira la bolsa plástica o bandeja invertida.	Lograr la germinación y Desarrollo de las raíces.
Séptimo al noveno día	Continuar con los riegos 3 veces al día. (6-12-6). La cantidad es de un litro por bandeja. Medir la altura de las plantas y el peso de la bandeja.	Lograr el crecimiento de la planta y las raíces. Observar el desarrollo de las raíces levantando toda la alfombra y observar el color de las mismas debe tener un color blanquecino y sin presencia de hongos.
Decimo al doceavo día	Continuar con los riegos 3 veces al día. (6-12-6). La cantidad es de un litro por bandeja. Medir la altura de las plantas y el peso de la bandeja.	Lograr el desarrollo de la planta y las raíces. Observar el desarrollo de las raíces levantando toda la alfombra y observar el color de las mismas debe tener un color blanquecino y sin presencia de hongos. Preparar el momento de la cosecha.

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO 3. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Variables de producción de Forraje Verde Hidropónico

Las variables consideradas, están relacionadas a la altura de las plantas (cm), biomasa verde (kg), materia seca (Grs), y valoración económica del Forraje Verde Hidropónico.

3.1.1 *Altura de las plantas (cm)*

Para esta variable se midió en centímetros la altura de las plantas logradas, tomando la planta desde la base de la bandeja hasta la altura promedio del crecimiento logrado.

3.1.2 *Biomasa Verde*

Para esta variable se consideró la conversión de maíz grano comercial en biomasa del Forraje Verde Hidropónico, la cual se realizó pesando cada bandeja para determinar el Forraje Verde Hidropónico producido.

Biomasa en Peso fresco, es el peso fresco de Forraje Verde Hidropónico de cada bandeja. Kgs/bandeja (0.14 m²).

3.1.3. *Materia seca (MS)*

Para determinar el porcentaje de materia seca se tomó del Forraje Verde Hidropónico producido en cada bandeja, muestras de 1 kg. de Forraje Verde Hidropónico y se procede a secarlas a temperatura ambiente (38°C). Después de cuatro días se pesan las muestras secas, obteniéndose el peso de la materia seca por diferencia de peso entre el peso de inicio y final.

$$\% MS = (\text{Peso seco} / \text{Peso fresco}) \times 100$$

3.1.4. Valoración económica

Para determinar el costo por kilogramo de Forraje Verde Hidropónico producido, se consideraron los siguientes costos:

- Costo de los insumos agrícolas necesarios para la producción de Forraje Verde Hidropónico, se tomó el costo por kilogramo de maíz (grano comercial).
- Costos de depreciación de las instalaciones y los materiales utilizados en la producción.
- Costo de mano de obra: se determinó la cantidad de horas necesarios para realizar todas las actividades productivas del Forraje Verde Hidropónico evaluado. Se utilizó como referencia el salario usado en la agricultura. (50 soles diario).

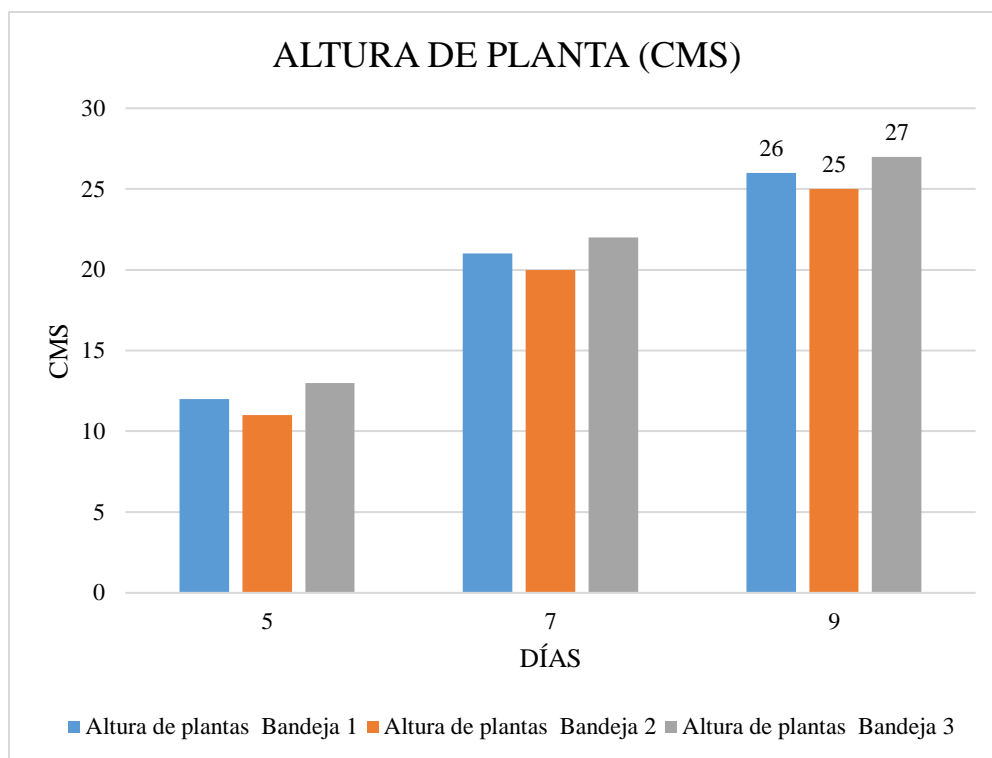
3.2 Análisis de las variables

3.2.1. De la altura de planta:

La altura de una planta es la distancia entre el límite más alto de los tejidos fotosintéticos y el suelo, que, en caso de Forraje Verde Hidropónico, es la base del colchón de raíces y la parte más alta de las plántulas, y lo hemos expresado en centímetros. Esta medida manifiesta el grado de adaptación que logró el Forraje Verde Hidropónico durante la etapa de crecimiento. La altura que alcanzaron las plantas de maíz a los 9 días de crecimiento y cuando se realizó la cosecha del Forraje Verde Hidropónico. Llegando en promedio a 26 cms.

Figura 2.

Altura de las plantas de tres bandejas a los 5, 7 y 9 días.



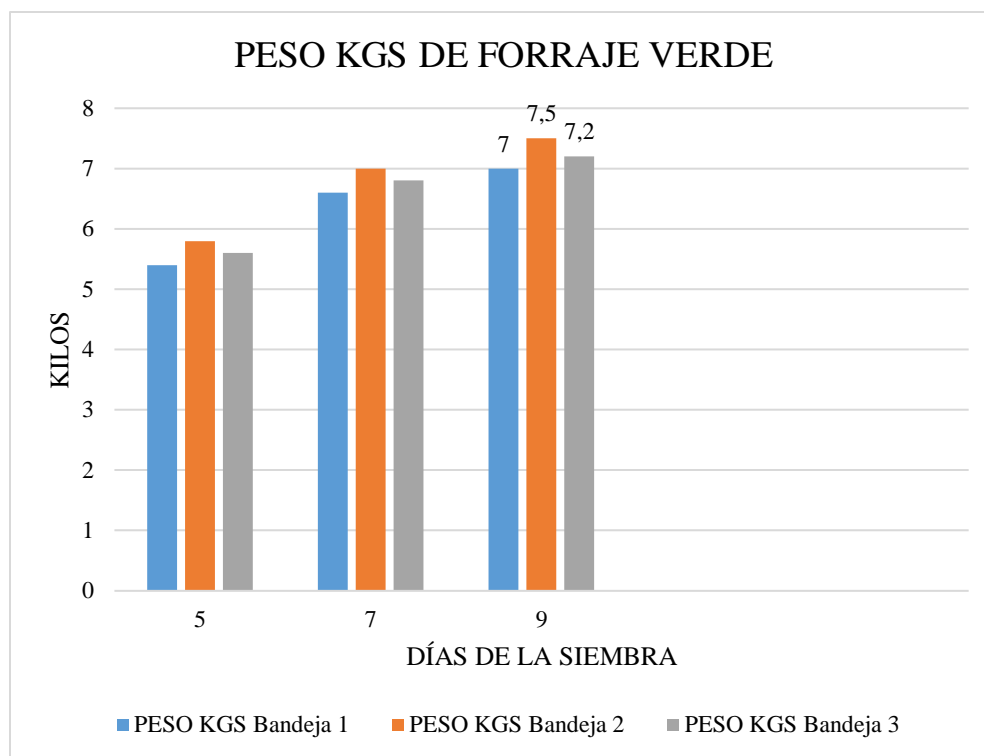
Nota. Elaboración propia.

3.2.2. Biomasa verde

La producción de biomasa verde lograda estuvo desde 7 hasta 8 Kg por bandeja. A los 9 días de la siembra.

Figura 3.

Peso de las plantas de tres bandejas a los 5, 7 y 9 días.



Nota. Elaboración propia.

El proceso tecnológico usa la producción multinivel en forma vertical, haciendo así una reducción del espacio requerida para producción tradicional de forrajes en campo abierto, lo que significa una ventaja para el productor que disponiendo de poco terreno disponible puede producir Forraje Verde Hidropónico.

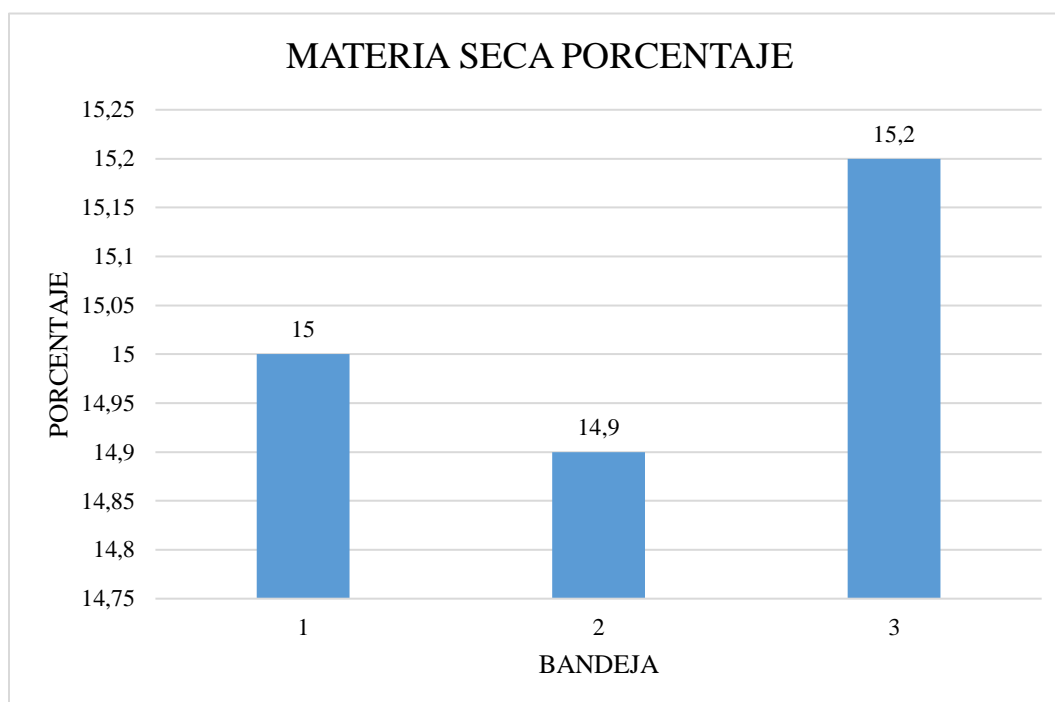
Los buenos resultados en la producción de biomasa verde están relacionados a la densidad de siembra utilizada (2,00 Kg/bandeja), y al buen porcentaje de germinación, esto pudo influir en que los granos de maíz a la hora de desarrollarse.

3.2.3. Materia seca

La producción de materia seca tuvo valores de 150 gs por kilo de forraje verde lo que hace un porcentaje de materia seca de 15%. a los 9 días de cosecha con una densidad de siembra de 2 Kg por bandeja.

Figura 4.

Porcentaje de materia seca por bandeja.



Nota. Elaboración propia.

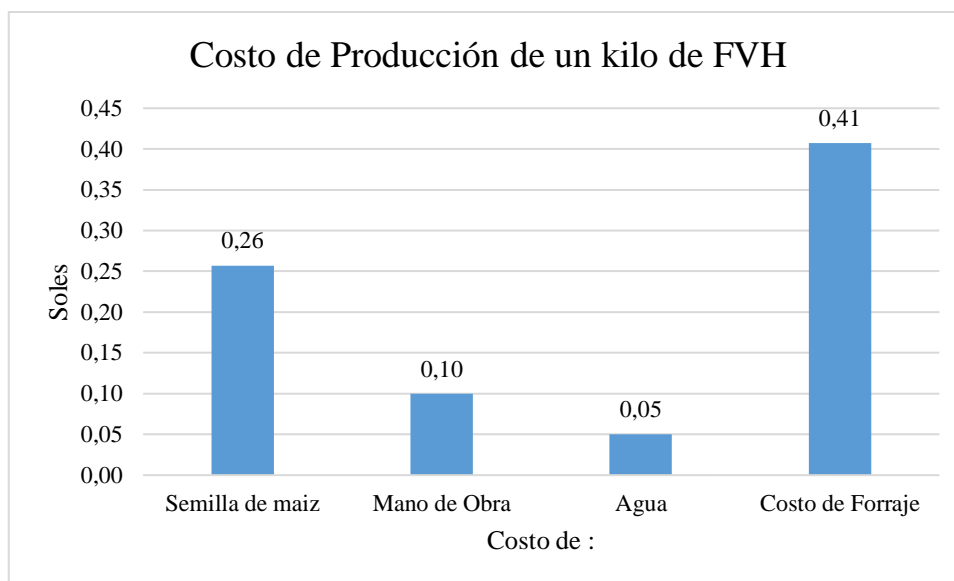
3.2.4. Valoración económica del FVH

El costo de producción logrado es de 0.4 centavos de sol el Kg. de FVH. En el siguiente grafico se aprecia los ítems considerados en los costos: semilla, maíz (grano) (0.26), mano de obra m (0.10), costo del agua (0.005).

El costo del insumo de semilla puede bajar si se incrementa el peso del forraje obtenido al final de la cosecha.

Figura 5.

Costo de producción de un kilo del cultivo de Forraje Verde Hidropónico.



Nota. Elaboración propia.

Cuadro 2.

Rendimiento por año, incremento de numero de bandejas.

Rendimiento	Kilos Por Bandeja	Precio en soles que ahorra al usar FVH	Número de Bandejas que entran en producción	Numero de Cortes al año
Año Cero	10	1.60	25.00	36.00
Primer Año.	12	1.60	50	36.00
Segundo Año	12	1.60	75	36.00
Tercer Año	12	1.60	100	36.00
Cuarto Año.	12	1.60	125	36.00
Quinto Año.	12	1.60	150	36.00
Tasa de interés del préstamo	18%	anual.		

Nota. Elaboración propia.

Cuadro 3.

Flujo de caja para el cultivo de Forraje Verde Hidropónico cuando se instala en forma progresiva un módulo de 25 bandejas por año.

INGRESOS (SOLES)						
	Año cero	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
Ingresos por FVH	14,400	34,560	51,840	69,120	86,400	103,680
Préstamo de Instalación	320	320	320	320	320	320
Préstamo de insumos de producción	3,690	7,380	11,070	14,760	18,450	22,140
Total Ingresos	18,410	42,260	63,230	84,200	105,170	126,140
EGRESOS (SOLES)						
Instalación de Módulos	320	320	320	320	320	320
Mano de Obra	720	1,440	2,160	2,880	2,880	2,880
Agua	100	200	400	800	800	800
Semilla de maíz	3,690	7,380	11,070	14,760	18,450	22,140
Cancelación de préstamo	4,010	7,700	11,390	15,080	18,770	22,460
Intereses del préstamo.	722	1,386	2,050	2,714	3,379	4,043
Total, Egresos	9,562	18,426	27,390	36,554	44,599	52,643
Saldo Anual	8,848	23,834	35,840	47,646	60,571	73,497
Saldo Acumulado.		32,682	68,522	116,168	176,739	250,236

Ingresos Totales	439,410
Egresos Totales	189,174
Tasa de descuento	0.18
Tiempo	6
(1+i)t	2.70
Inversión	1,920

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - I_0$$

VAN= 90.775

Ingresos Totales	439,410
Egresos Totales	189,174
T.I en la que el Van se hace cero	1.25

Tiempo	6	
$(1+i)t$	130	
Inversión	1,920	

TIR= 125% VAN se hace cero.

Nota. Elaboración propia.

El VAN es mayor que cero y la TIR es mayor que la tasa de descuento lo cual evidencia la rentabilidad económica de la producción de FVH.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES⁷.

El FVH de maíz, es una opción interesante que se puede producir de manera artesanal ya que se obtiene un alimento de buena calidad nutricional, siendo así una alternativa alimenticia para la ganadería familiar.

La tecnología artesanal usando los recursos disponibles en la granja, nos posibilita obtener buenos resultados de FVH, listo para ser usado como alimento para los animales.

Los costos de Producción obtenidos, en los que se incluyó los gastos de los insumos, mano de obra, y del agua es de 0.41 sol para el kilo de FVH. Este costo está por debajo del costo de usar alimento concentrado, el mismo que supera los 2.50 soles el kilo.

El ciclo de producción del FVH está en promedio 10 días, lapso de tiempo en el que alcanza una altura de planta de 28 cms. Y un peso por bandeja promedio de 8 kilo de FVH. Y una materia seca de 15%.

Entre las recomendaciones está la de evaluar incluir una solución nutritiva desde el inicio del ciclo de producción.

⁷ Derivado del proyecto de investigación: *El análisis económico financiero en la producción artesanal del Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz, una alternativa alimenticia para la ganadería familiar Empresarial – Perú.*

Otra de las recomendaciones es la realizar al grano comercial el porcentaje de germinación antes de realizar la compra del producto que va usar.

Asimismo, se recomienda evaluar los costos de adicionar al proceso el uso de paneles fotovoltaicos para la instalación de una bomba de riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvites Soto, C. S., Berru Calle, N. M. y Peña Velásquez M. M. (2010). *Sistema de administración de operaciones para la producción del Forraje Verde Hidropónico como dieta principal alimentaria del ganado en general del centro poblado almirante Grau - Cura Mori*. [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad Nacional de Piura. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2165>
- AGRICULTURESRS. (2014). *Orígenes y uso del Forraje Verde Hidropónico*. agriculturers.com/orígenes-y-uso-del-forraje-verde-hidropónico
- Ballén Clavijo, A. G. (2017). *Estudio de factibilidad para la elaboración de un plan de Negocio relacionado a la producción de Forraje Verde Hidropónico como suplemento alimenticio de ganado lechero*. [Tesis de pregrado]. Fundación Universidad de América. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6526>
- Bartolomé, A. M., Benito, D. y Urbano, B. (2021). *La agricultura urbana en el cambio de paradigma del sistema alimentario*. [Ponencia]. XVII Congreso de Historia Agraria SEHA.
- Chavarria-Torrez, A. y Castillo-Castro, S. S. (2018). El Forraje Verde Hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 4(8), 1032-1036. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
- FAO. (2001). *Manual técnico. Forraje Verde Hidropónico*. Oficina Regional de la FAO para América latina y El Caribe. <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- FAO. (2013). *Cambio climático y la ganadería*. <http://www.fao.org/climatechange/49380/es/>
- García Crisanto, A. S., Flores Rodríguez, L. A. y García Nima, E. J. (2022). La producción artesanal del Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz, una alternativa alimenticia para la ganadería Familiar empresarial en Piura, Perú. *Análisis Científico desde*

Distintas Perspectivas. (pp. 224-236). EIDEC Editorial.
<https://doi.org/10.34893/h0578-1489-6417-x>

Fernández Yupa, S. E. y Guailas Chumbay, B. A. (2012). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de producción y comercialización de FVH ubicado en la parroquia el valle perteneciente al Cantón Cuenca.* [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2983/1/UPS-CT002495.pdf>

Hidalgo Miranda, L. R. (1985). *Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. I. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale.* [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad de Concepción. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/41057>

Lomelí Zúñiga, H. (2000). *Forraje Verde Hidropónico. El forraje del futuro ... hoy.* Agrocultura.

Marulanda, C. y Izquierdo, J. (1993). *Manual Técnico “La Huerta Hidropónica Popular”.* FAOPNUD.

Martínez Quevedo, J. E. (2014). *Evaluación de 3 variedades de maíz (Zea maíz L.) en las condiciones edafoclimáticas del Municipio de Amancio.* [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad de Las Tunas. <http://roa.ult.edu.cu/handle/123456789/943>

Pérez Lagos, N. (1987). *Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de hidroponía en una crianza artificial de terneros.* [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad de Concepción.

Juárez-López, P., Morales-Rodríguez, H. J., Sandoval-Villa, M., Gómez Danés, A. A., Cruz-Crespo, E., Juárez-Rosete, C. R., Aguirre-Ortega, J., Alejo-Santiago, G. y Ortiz-Catón, M. (2013). Producción de Forraje Verde Hidropónico. *Revista Fuente nueva época*, 4(13), 16-26.

García Rodríguez, J. I. (2021). *Producción de forraje hidropónico de cebada (hordeumvulgare l.), maíz (Zeamays l.) y arroz (Oryza sativa l.), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego.* [Tesis de pregrado]. Repositorio

Universidad Autónoma del Estado de México.
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/111891>

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

Sánchez Copa, J. E. (16 de junio de 2007). *Análisis comparativo de la rentabilidad del Forraje Verde Hidropónico y el cultivo en terreno firme en el distrito de sama Inclán*. [Foro en línea]. <http://tesishidroponica.blogspot.com/2007/06/blogpost.html>

López-Aguilar, R., Murillo-Amador, B. y Rodríguez-Quezada, G. (2009). El Forraje Verde Hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencias*, 34(2). [El Forraje Verde Hidropónico \(FVH\): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas \(scielo.org\)](http://www.scielo.org)

Sánchez, A. (1997). *Informes Técnicos de Estadía. Informes Internos de la Dirección Nacional de Empleo*. DINA-E-Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

Zambrano, R. A. (2015). Comportamiento agronómico y calidad nutricional de dos especies de leguminosas con el método de cultivo Forraje Verde Hidropónico. [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8635>

Zagal-Tranquilino, M., Martínez-González, S., Salgado-Moreno, S., Escalera-Valente, F., Peña-Parra, B. y Carrillo-Díaz, F. (2016). Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico veterinario*, 6(1), 29-34. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es&tlng=es)

