

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 m<sup>3</sup> por ha. El costo del m<sup>3</sup> 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).