

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.

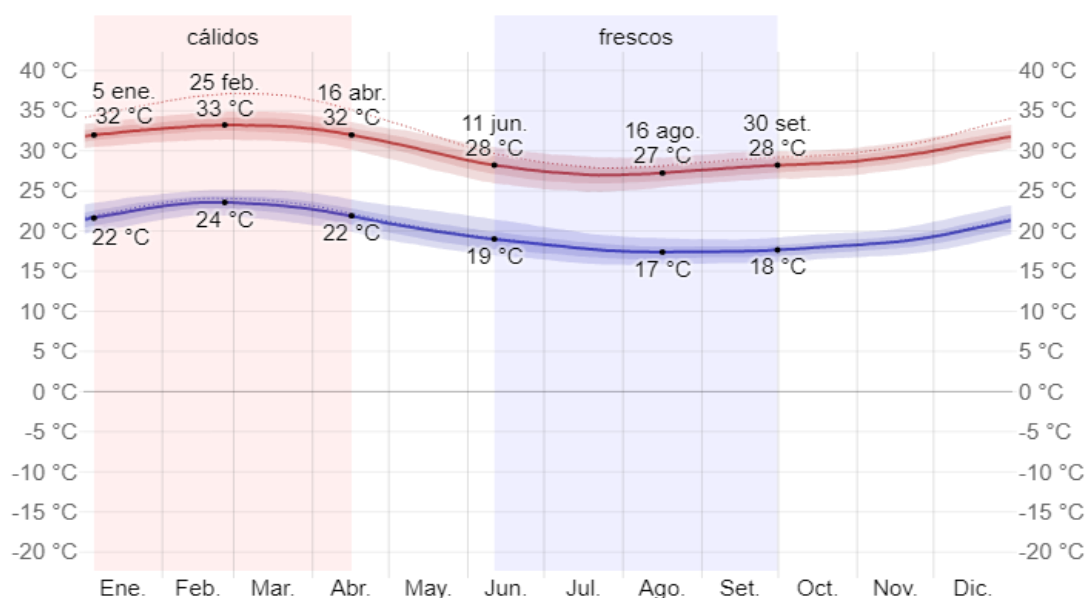
2.2. Clima en Piura

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.



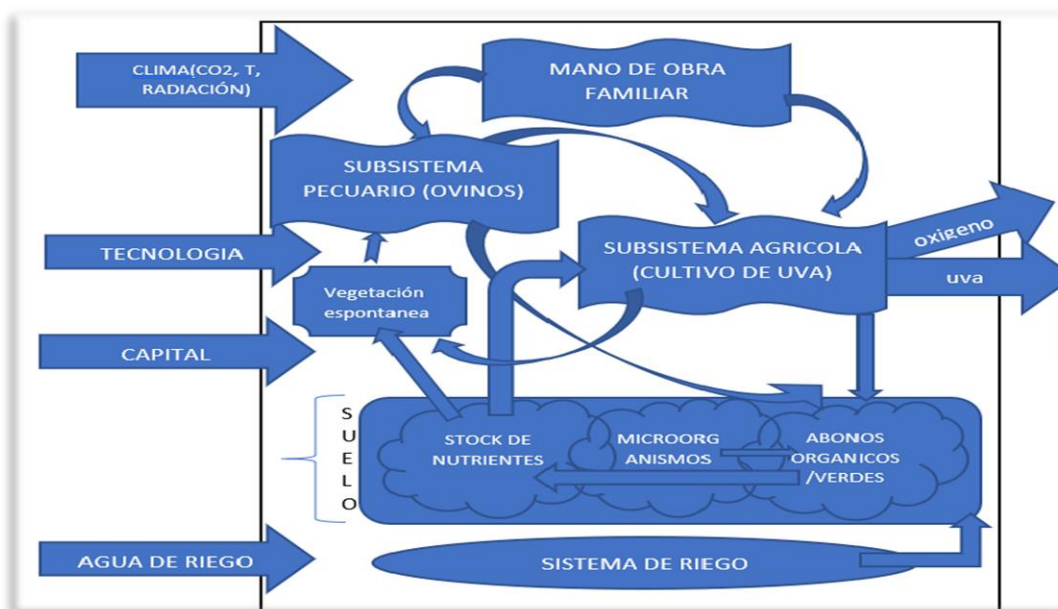
Nota. tomado de: <https://es.weatherspark.com/y/18257/Clima-promedio-en-Piura-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

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 fierro.



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.

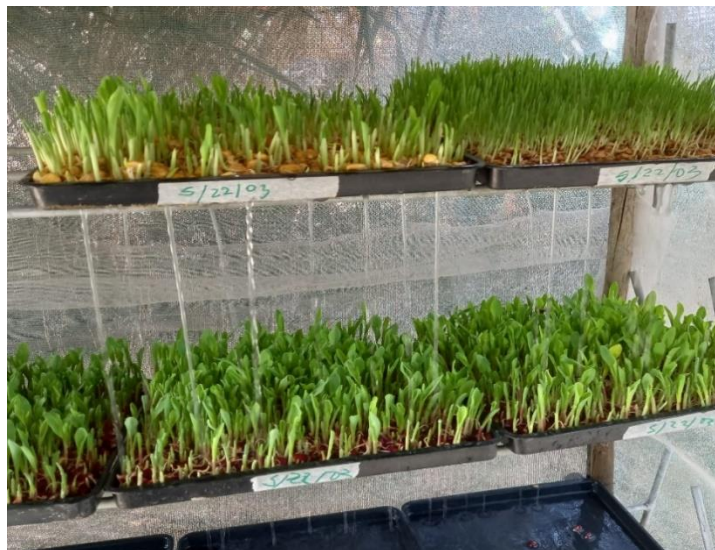
Riego realizado en forma manual de las bandeja (litro por bandeja).



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 16.

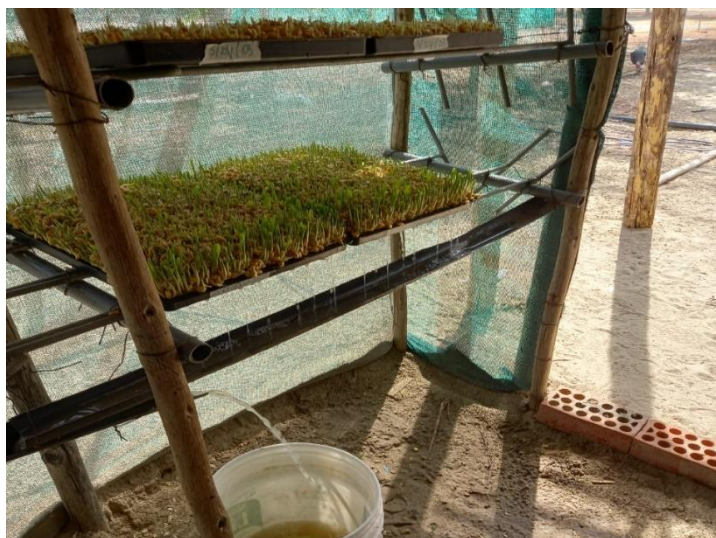
Forma de riego (6, 12 y 6 pm).



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.