

COMPLEMENTACION ALIMENTICIA CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAIZ (*Zea maíz l.*) EN TIEMPO DE ESTIAJE EN OVINOS, EN EL EJIDO FRONTERA HIDALGO, CHIAPAS.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE FORRAJE HIDROPÓNIA

El forraje verde hidropónico (FVH) 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 FVH o “green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal.

En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional.

La Hidroponía es un sistema de cultivo de alto rendimiento que requiere de poco espacio y de una menor cantidad de agua. La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) representa una alternativa para los ganaderos de regiones en donde se presentan limitaciones en cuanto a disponibilidad de agua, factores climáticos o de tierras laborables. En nuestro país se presentan una gran variedad de condiciones

climáticas, y las características de los terrenos marcan la vocación de los suelos. De esta forma, el 76.9 % del territorio son terrenos de agostadero, en donde una unidad animal requiere de 1 a 15 ha para su manutención anual; como consecuencia, en el país hay gran ganadería extensiva, en donde un animal debe recorrer mucho terreno para subsistir, lo que trae como consecuencia que el productor no pueda engordar el ganado en forma competitiva. Por ello, lo vende cuando escasamente cumple un año y su peso oscila entre 120 y 180 kg, para que posteriormente sea finalizado el proceso de engorda por el comprador, regularmente en la unión americana. Las bajas temperaturas son también un factor determinante, aunado al retraso de las lluvias. El uso de FVH es la alternativa para lograr en el norte del país una ganadería intensiva en donde el ganado esté bien alimentado a precios que permitan competir en el mercado. Otra alternativa viable es conjugar la ganadería intensiva con la extensiva, adoptando para ello, el uso de FVH, al menos en la temporada de escasez de pastos que comprende desde el mes de Noviembre y en ocasiones se alarga hasta Junio (López, 1988).

La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960; y Níguez, 1988).

El FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; otros rumiantes; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde.

Por lo anterior, el forraje verde hidropónico representa una alternativa de producción de alimento para ganado vacuno, caprino, ovino y equino, ya que es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, de gran sanidad y producido

muy rápidamente (9 a 15 días). En la práctica se germinan granos, semillas de cereales o de leguminosas, los cuales se hacen crecer bajo condiciones ambientales controladas -luz, temperatura y humedad- en ausencia de suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (Anónimo, 2001).

El forraje verde hidropónico (FVH) ofrece muchas ventajas entre ellas tenemos; es que pueden producir muy rápidamente (entre 9 y 15 d) sin embargo, se necesita de soluciones nutritivas de un alto costo que brinden lo necesario para lograr mejores rendimientos y mantener su calidad nutricional. La búsqueda de alternativas que permitan suministrar a los FVH los nutrientes que necesita para un buen desarrollo del cultivo plantea retos en la utilización de fuentes de bajo costo como podría ser el uso de abonos orgánicos como el Biol, excretas de las aves y el uso de estiércol de los animales lo que permitirá el suministro nutritivo de los cultivos a través del reciclaje de nutrientes y no depender de insumos externos, lo que permitirá reemplazar el uso de los preparados comerciales (FAO, 2001).

El forraje verde hidropónico (FVH) es una técnica de producción de alimento para el ganado que utiliza entre 30 y 50 veces menos agua para producir los mismos rendimientos que las especies forrajeras cultivadas en suelo, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos.

Para obtener de 1 a 8 kg de materia seca de alimento para el ganado se emplea 1 m<sup>3</sup> de agua de riego cultivando especies forrajeras en suelo, mientras que utilizando este mismo volumen de agua en la producción de FVH se obtienen alrededor de 80 kg de materia seca de forraje de buena calidad nutricional para alimentar diversos tipos de ganado (Anónimo, 2001). El FVH posee el suficiente valor nutrimental para ser un suplemento alimenticio ideal para mantener al ganado vivo en temporadas de sequía severa (López et al., 2012).

El forraje Verde Hidropónico (FVH) es una opción que ofrece, una producción forrajera durante todo el año, uso limitado de agua, desarrollo del cultivo en pequeñas áreas,

aporte de complejos vitamínicos necesarios, no ocasionan trastornos digestivos y exhiben una rápida recuperación de la inversión (FAO, 2001).

Dentro de las semillas comúnmente utilizadas se incluyen trigo, avena, maíz, sorgo y cebada. Dentro de las especies animales que se han alimentado con FVH con resultados exitosos se pueden mencionar: conejos, cerdos, borregos, chivas, caballos y vacas (ganado productor de carne y/o leche) (Agrocultura, 2000).

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional (Sánchez, 1988).

Dentro de los factores a tomar en consideración para establecer la producción de FVH como un medio ideal para alimentar ganado, se pueden mencionar temperaturas adversas en algunos meses del año. Las temperaturas promedio en algunos puntos del territorio del país; (Chihuahua, Sonora, Coahuila) son bajos en los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, lo que significan temperaturas de lento crecimiento para los forrajes la mitad del año. Por otro lado, se presentan altas temperaturas en los meses de Junio, Julio y Agosto, sobretodo al medio día. Aunado a las temperaturas adversas, otro factor es la carencia de lluvias, que en los últimos años ha sido desgraciadamente una constante determinante para el decremento de los forrajes nativos, que son la base de la ganadería extensiva. La precipitación pluvial máxima en sólo una de las regiones del norte de México fue de 140 mm en el mes de agosto, mientras que para el resto no llega a los 100 mm en ninguno de los meses. Esto habla de la necesidad del uso eficiente del agua, recalcando ahora que la producción de FVH sólo requiere de dos litros de agua por kg de forraje producido, mientras que para producir 1 kg de forraje en el campo se requiere de 80 a 90 litros de agua.

Por lo tanto en las zonas áridas de lo que se conoce como desierto (Chihuahua, Sonora, Coahuila, etc.) y que colindan con regiones con condiciones similares que abarcan parte del norte del país (México) y sur de los Estados Unidos, es ideal el uso del sistema hidropónico para la producción de FVH, asegurando la alimentación de un creciente número de cabezas de ganado (López, 1988).

## 2.2 Hidroponía

Hidroponía es un término de origen griego, cuyo significado es: hidro = agua, phonos = trabajo, lo cual se traduce como "trabajo en el agua" (Canovas, 1993). La hidroponía es una técnica que permite producir plantas sin emplear suelo, la cual ha alcanzado un alto grado de sofisticación en países desarrollados, gracias a los principios científicos y técnicos en los cuales se basa, se ha convertido en una técnica operativamente sencilla y aplicable en muchos países latinoamericanos como es el caso del Perú (Sánchez y Escalante, 1998).

### 2.2.1 Principios de la Hidroponía

Los principios en la producción del cultivo hidropónico, son los siguientes (Canovas, 1993).

### 2.2.1 Estructura del Sistema Hidropónico

Cualquier método de cultivo en hidroponía consta de los siguientes componentes: solución nutritiva, tinas o macetas, sustrato (agua), sistemas de riego y drenaje.

### 2.2.2 Solución nutritiva

Es la disolución de diversos fertilizantes (o nutrimentos) en el agua, con la que se riegan las plantas, y cuya función es proporcionar los nutrimentos requeridos por ellas en las proporciones adecuadas.

### 2.2.4 Tinajas o macetas

Las tinajas son recipientes de distinto tamaño y material, que contienen el sustrato en el que se cultivan las plantas. Generalmente se construyen de forma rectangular con la profundidad de 20 a 30 cm y con un ancho que oscila entre los 20 y 120 cm, dependiendo de la planta, el método de cultivo y el sistema de riego.

### 2.2.5 Sustrato

Agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro (sin olor), insípido (sin sabor) e incoloro (sin color)

### 2.2.5 Sistema de Riego

El riego en hidroponía puede ser por inundación o vertido, subirrigación, aspersión, goteo, automatización a las raíces (aeroponía). Cada uno de estos sistemas de riego

tiene sus propios tipos de drenaje. Se pueden adaptar distintos tipos de soporte a las tinas, dependiendo principalmente del cultivo, sustrato y método hidropónico de que se trate (Sánchez y Escalante, 1993).

## 2.3 Características Principales del FVH

A continuación se citan las características del FVH (Valdivia, 1997; Resh, 1996)

### Está Vivo

Ciertamente, a diferencia de cualquier forraje no consumido directamente del campo, este es un producto que llega a la boca del animal, vivo, en pleno crecimiento, conservando todas sus vitaminas y enzimas digestivas, que son valiosas para el ganado.

### 2.3.1 Es Completo y Compuesto

Este es un forraje distinto a los demás, porque el animal consume la parte aérea, primeras hojas verdes, restos de semilla con el almidón movilizado y la zona radicular rica en azúcares y proteínas.

### 2.3.2 Es Natural



Para su producción sólo se aprovecha el poder germinativo de la semilla, no existiendo ningún proceso ni manipulación artificial en su desarrollo, generalmente no se usan funguicidas, ni insecticidas. A diferencia de otros forrajes el FVH procede de la germinación natural y formación de una plántula que el animal come por entero; los mismos factores que producen el rápido crecimiento de la planta se transmiten en una correcta asimilación en el proceso metabólico del animal.

### 2.3.3 Es Apetecible

Su aspecto, color sabor y textura atraen al animal que encuentra en el forraje verde un alimento conocido.

### 2.3.4 Es Económico

Es definitivamente la proteína más barata; siendo además completamente digerible, lo que representa una economía en la alimentación del animal.

### 2.3.5 Aumenta la Fertilidad y Elimina Casi Totalmente los Abortos

Esto gracias a su alto contenido de vitamina E, es un alimento ideal tanto para mono gástricos como poligástricos en gestación y en etapas previas a la gestación.

### 2.3.6 Mayor Producción por Unidad de Superficie

El FVH puede producirse utilizando una buena variedad de unidades hidropónicas, en donde se colocan hasta seis charolas una sobre la otra, dejando un espacio de al menos de 30 cm. Dependiendo del clima, la semilla permanece en las charolas de 10 a 12 días con lo que a lo largo del año, el mismo espacio puede producir seis veces más de acuerdo al número de pisos y de 30 a 36.5 veces mas de acuerdo al tiempo de producción. En 100 m<sup>2</sup> pueden producirse hasta 300 kg de FVH diariamente. Para hacer más eficiente el espacio pueden utilizarse cámaras de pre germinado en donde se ahorra espacio por dos o tres días, puesto que la semilla ya colocada en sus respectivas charolas se deposita hasta observar la aparición de primer material vegetativo que requiere ya de luz; con lo que el espacio pudiera utilizarse de 40 a 52 veces de acuerdo al tiempo de estancia del forraje en las charolas (Rodríguez et al. 2001).

#### 2.3.7 Gasto de Agua

Aunque se sugiere que se utilice sólo la cantidad de agua que se requiera diariamente, para que al final del día el agua que contendrá una buena proporción de sustancias nutritivas se deposite en el material a producir, y al día siguiente se inicia con una nueva cantidad de agua o solución nutritiva. Se puede afirmar que en la producción de un kilo de forraje hidropónico se gastan menos de dos litros de agua, y con un amplio margen de seguridad; esto equivale a 600 litros diarios, para producir 300 kg de forraje, comparable al gasto estipulado para una familia en la región (Rodríguez, 1999).

#### 2.3.8 Alta Calidad Nutritiva

Si bien es cierto que la calidad nutritiva de los diferentes forrajes cambia de acuerdo a diferentes factores, incluyendo la época de cosecha, edad, tipo, variedad, clima y manejo del cultivo, en el medio ganadero se conoce a la alfalfa como la reina de las forrajeras. Lo anterior por la calidad de sus nutrimentos, sobre todo en cuanto al contenido de proteínas. Es por esto que se presentan los valores de este forraje en relación a los encontrados en forraje verde hidropónico a partir de diferentes semillas; aquí es conveniente indicar que el más alto costo de una ración siempre está dado por el componente que aporta el mayor contenido de proteínas y en este caso el FVH constituye una proteína de bajo costo por lo que la ración resultará más económica y además el animal la come con gusto. Cabe destacar también que el FVH cuenta con una buena cantidad de vitamina E y valores altos de pro vitamina A (FAO, 2001).

Valdivia (1997), menciona que los forrajes tiernos son muy ricos en vitaminas sobresaliendo las vitaminas A y E, así como los carotenoides, cuyos contenidos pueden oscilar entre 250 a 350 mg por kg de MS. Además, los cultivos tiernos presentan un elevado contenido de calcio, fósforo y hierro, minerales que varían de acuerdo a las diferentes etapas de la planta. Altos niveles de estos minerales se presentan sobre todo en zonas áridas y desérticas; los cultivos tiernos presentan también una mayor digestibilidad, puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa, lo que hace del FVH un alimento muy asimilable, de alta calidad y muy apetecible,

## 2.4 Contenido del FVH

- 20% de proteína
- 18 % de materia seca
- 48 % de fibra cruda
- Vitaminas B1, B2 y ácido fólico

- Minerales: calcio, potasio, sodio, magnesio y fósforo
- Alta digestibilidad

## 2.5 Antecedentes de uso de Forraje Verde Hidropónico.

La primera información escrita data del año 1600, cuando el Belga Jan Van Helmont, documentó acerca de cómo las plantas obtienen sustancias nutritivas a partir del agua. En 1699, el inglés, John Woodward cultivó plantas utilizando diversos sustratos y encontró que el crecimiento de las plantas era el resultado de ciertas sustancias en el agua. Los primeros en perfeccionar las soluciones nutritivas para el cultivo sin suelo fueron los botánicos alemanes Julius von Sachs y Wilhelm Knop en 1860. En 1928, el profesor William Frederick Gericke de la Universidad de Berkeley en California, sugirió sobre la posibilidad de producción vegetal sin el uso de suelo, y en 1940 escribió el libro, "Guía Completa del Cultivo sin Suelo".

Los primeros trabajos sobre el uso del FVH en animales fueron hechos en 1939 por I. Leitch (Sneath and McIntosh, 2003), reportando estudios en vacas lecheras, ganado, cerdos y pollos.

Actualmente la hidroponía es practicada en todo el mundo y es parte de la agricultura protegida; según datos en México, se cuenta con 15 300 ha. de invernaderos. El 50% de la producción total de cultivos se encuentra en los estados de, Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California Sur (12%) y Jalisco (10%), (Juárez *et al.*, 2011). Se puede producir en cualquier época del año, con requerimientos mínimos de humedad, temperatura y luz (Arellano, 2009). Con esto es posible obtener un mayor porcentaje de proteína bruta y energía altamente digestible, en comparación con la agricultura tradicional.

### 2.5.1 Importancia de la producción de FVH.

Frente a los grandes problemas que enfrenta la agricultura tradicional, como: la escasez de agua, disponibilidad de nuevas tierras cultivables, el cambio climático, suelos erosionados y encontrar índices cada vez mayores de contaminación; hacen de la producción de alimentos por medio de la hidroponía y los cultivos sin suelo, parte de la agricultura protegida. Estos se convierten en una opción viable para hacer frente a las necesidades cada vez más grandes de productos agrícolas, tanto para la alimentación de la población, como la de los animales; debido a que los cultivos protegidos son menos vulnerables a los cambios de clima, permitiendo producir cosechas fuera de temporada (Juárez, *et al.*, 2011), con ahorros considerables por el uso a menor escala de fertilizantes y agroquímicos.

La importancia de la hidroponía radica que es un sistema de producción agrícola, vinculando aspectos económicos, ecológicos y sociales; por ser una herramienta útil en los lugares donde es difícil la producción de alimentos (Oliveira *et al.*, 2008).

La planta más utilizada para la obtención de forraje es el Maíz ya que, no solo tiene un alto valor nutricional (carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas), sino también altos rendimientos que le permite ser usado en distintos sistemas de producción hidropónicos, en donde se generen elevados y constantes volúmenes de forraje verde, que será utilizado como fuente de alimento a la mitad del costo convencional de forrajes que se cultivan a campo abierto (kdgonzalez 2019).

En los sistemas de producción de bovinos la alimentación es el rubro más importante dentro de los costos de producción. Además, la producción de forraje requiere de grandes extensiones de tierra, altos volúmenes de agua, considerable cantidad de combustible, maquinaria y mano de obra (Gonzales *et al.*, 2007). Elementos que no

siempre se encuentra en los sistemas de producción familiar. Por ello la producción de forraje verde hidropónico (FVH) puede ser una estrategia viable en la alimentación del ganado en los sistemas familiares; puesto que las únicas condiciones para la obtención de FVH son: un sitio que esté protegido de los vientos fuertes y contar con disponibilidad de agua de calidad para abastecer las necesidades del cultivo.

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) ofrece una serie de ventajas, como la producción forrajera durante todo el año, utilización de pequeñas áreas, aporte de alimento de buena calidad nutricional y una recuperación de la inversión rápida (Herrera et al., 2007; Müller et al. 2005a, b; FAO, 2001). Una de las plantas más utilizadas para este fin ha sido el maíz (*Zea mays* L.), debido a su disponibilidad, valor nutricional y los rendimientos altos; generando elevados y constantes volúmenes de FVH (Elizondo y Boschini, 2002), y con más bajo costo y en cantidades atractivas de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas (Espinosa, 2005).

## 2.6 Ventajas y desventajas del forraje verde hidropónico

### VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:

- Producción programada de acuerdo a sus necesidades.
- Reemplazo de los suplementos alimenticios (piensos compuestos, heno, ensilado, etc.)
- Alta digestibilidad y calidades nutricionales, excepcionalmente apto para la alimentación animal.
- Se puede producir en cualquier clima y época del año, con un ahorro significativo de agua, recurso cada vez más limitante y clave en nuestro desarrollo productivo.

- Aumento de la producción de leche y carne. Al sustituir parte de la ración por FVH en vacas lecheras, produce un aumento en el volumen de leche entre el 12 y el 20 % (tenemos pruebas de hasta 37/40% de aumento de producción)
- Bajos costes de producción.
- Permite la semiestabulación y la estabulación del ganado.
- Alta producción en espacios reducidos.
- Baja mano de obra para su manejo.
- Muy apetecible por los animales y contiene enzimas digestivas que ayudan a una mejor asimilación del resto de la ración. Tiene un efecto de ensalivación por parte del animal que le permite digerir con mayor facilidad el resto del alimento.
- Bajo en contaminantes para los animales, al estar producido en atmosfera controlada
- Alto contenido en proteína y aporta gran cantidad de vitaminas al animal, como por ejemplo: Vitamina E; Complejo B. A la vez, el FVH es generador de las vitaminas esenciales como la Vitamina A y la Vitamina C, por tener una alta cantidad de carotenos.
- El FVH provoca un aumento de la fertilidad en los animales. Suministrando este alimento el período de “vientre vacío” en vacas, pasa de 4-5 meses a poco más de 2 meses. Esto es por el aumento en el consumo de Vitamina E originado por el FVH.
- Soluciona un problema muy común entre los ganaderos como es la consecución de proteína y el elevado costo en el mercado de los suplementos alimenticios, que se evita con la producción de FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.
- Obtener a bajo costo y en forma sostenible forraje verde de alto valor nutritivo
- Sólo se requieren de 18-20 L de agua/kg de materia seca en 12-14 días
- Para la producción de FVH se requiere de pequeños espacios
- Forraje de alta calidad
- El grano contiene 3300 kcal/kg
- Forraje libre de plagas, bacterias y hongos

## 2.7 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO:

- La única desventaja que presenta el FVH es el bajo contenido de fibra, por este motivo se recomienda como suplemento alimenticio y no como dieta completa para alimentar los animales.
- Es laborioso y requiere de cuidados especiales.
- Se necesita capacitación para hacer el germinado.
- Se tiene que establecer rutina de trabajo.
- Se tiene que hacer una pequeña inversión en los utensilios necesarios para hacer el germinado.
- En caso de grandes productores se tiene que construir invernaderos costosos.
- Debemos complementar la ración con alimentos ricos en fibra, y podemos hacerlo con: Paja de maíz, Paja de cereal, Alfalfa seca, Ensilados, Henos.

## 2.8 APARATO DIGESTIVO DEL OVINO

Para lograr una eficiente utilización de la alimentación se requiere conocer cada una de las fases de producción de las ovejas, conocimiento del sistema digestivo, fermentación en el rumen, los procesos digestivos y de absorción, y el metabolismo de los nutrientes y su distribución en el cuerpo.

Los componentes principales del sistema digestivo de las ovejas son: el esófago, retículo, rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, ciego, intestino grueso y recto.

Una vez que la alimentación ha sido consumida, viaja hacia abajo del esófago al rumen y al retículo, que son los primeros dos compartimientos del estómago del rumiante. La alimentación ingerida se traga con poca masticación. Después de un consumo de alimentos extenso o de una jornada larga pastando, el proceso de la rumia comienza.



La rumia sucede a causa de las constantes contracciones del rumen - retículo que mueve la masa de alimentos hacia delante hasta entrar contacto con la apertura más inferior del esófago. La masa de alimento regresa al esófago donde es re masticada. Las ovejas adultas gastarán ocho horas o más cada día en rumiar su alimentación para reducir el tamaño de las partículas.

### 2.8.1 El rumen-retículo

Es una cámara de fermentación que alberga grandes poblaciones de microorganismos. Esta es la cámara que permite a los rumiantes obtener energía de los ingredientes con mucha fibra. Los productos finales de la fermentación son absorbidos en la corriente sanguínea a través de las paredes del rumen y retículo o del omaso. El agua y algunos productos finales de fermentación se absorben en el omaso.

Los productos fermentados que salen del omaso pasan a través del abomaso (el verdadero estómago). El abomaso segrega jugos gástricos, ácido clorhídrico y enzimas digestivas, en la masa digesta comenzando la digestión enzima.

### 2.8.2 El intestino delgado

Es adonde la masa digesta se ve expuesta a las enzimas intestinales y pancreáticas, así como también a la bilis del hígado. La proteína, almidón, y los azúcares son digeridos enzimáticamente aquí, pero la fibra (tal como celulosa) que escapo del proceso de fermentación en el rumen-retículo no puede ser digerida en el intestino delgado. La digestión de los lípidos (grasas) también ocurre en el intestino delgado. Los 24 metros de longitud del intestino delgado es donde acontece la absorción de los productos digeridos durante el proceso enzimático de proteínas, carbohidratos, y lípidos.

### 2.8.3 El ciego

Es de importancia insignificante en los rumiantes a causa de que la digesta sufre su descomposición con anterioridad en el rumen-retículo. El intestino grueso es el segundo sitio de fermentación y es donde el agua y los productos finales durante el pasaje de la digesta son absorbidos. Los alimentos sin digerir se excretan entonces a través del recto como excrementos.

### 2.8.4 Tiempo de Pasaje:

Los líquidos pasan más rápidos a través del tracto gastrointestinal que los sólidos. El nivel de pasaje más rápido ocurre con dietas altamente digeribles y compuestas con partículas de tamaño pequeño, las raciones diarias de alto consumo, y las raciones que se consumen frecuentemente. Las dietas altas en fibra o las raciones de forrajes tienen un nivel lento de pasaje. Normalmente pasan de 12 a 24 horas para que el alimento sin digerir en su forma sólida sea visible en los excrementos. (aproximadamente un diez por ciento del total que debe pasar). el 80 por ciento restante será excretado en las siguientes 70 a 90 horas después de su ingestión, y el paso de todas las partículas por el tracto intestinal se completa finalmente de siete a diez días.

### 2.8.5 Fermentación retículo- Rumen

En el rumen y en el retículo existe una población muy grande de microorganismos (bacterias, protozoos y hongos) que viven en un ambiente regulado. La ingestión

constante de alimentos y la devolución sistemática de la masa digesta ocurre aquí conjuntamente con la absorción de los productos finales de la fermentación que salen fuera del retículo-rumen con destino al omaso. El proceso de la rumia es importante para aumentar al máximo la exposición de los alimentos ingeridos a los microorganismos. La función principal de los microorganismos es la de digerir los componentes fibrosos de los alimentos.

#### 2.8.6 La fermentación

Durante la fermentación en el rumen, las proteínas y los carbohidratos dietéticos se degradan completamente y son usados por los microorganismos antes de ser absorbidas por el abomaso y el intestino delgado.

#### 2.8.7 Procesos digestivos Post-ruminales y de Absorción

Después de que los alimentos pasan a través del rumen y el retículo entran en contacto con las secreciones de ácidos fuertes producidas en el abomaso. Estos ácidos desnaturalizan las proteínas para que las enzimas puedan trabajar sobre ellas. La digestión en esta área es de capital importancia y permite a los animales usarla para sus funciones productivas.

La digestión de la grasa tiene lugar en el intestino delgado cuando los lípidos entran en contacto con la bilis del hígado. Las enzimas lipasas digieren entonces los lípidos. Estos ácidos grasos se absorben a través de la pared intestinal, y son convertidos en triglicéridos, siendo luego transportados a lo largo del cuerpo.

### 2.8.8 Metabolismo de los Nutrientes

Las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas, y el agua contenida en la dieta se usan para mantener primeramente al animal y lo que sobra después de cubrir sus requerimientos de mantenimiento es usado para sus funciones productivas. Del 50 al 100 por ciento de la ingestión diaria de las ovejas es usada para su mantenimiento exclusivamente, dependiendo de las condiciones ambientales y de la calidad/cantidad de la ración suministrada.

La fuente principal de energía para las ovejas son los (AGV) ácidos grasos volátiles. Los amino-ácidos son los principales productos finales de la digestión del rumiante. Después que ellos se absorben en el intestino pequeño entran en la corriente sanguínea en donde ellos viajan al hígado. El hígado entonces los dirige a los tejidos del cuerpo a donde se necesiten. Los sobrantes se degradan entonces y la parte de nitrógeno se convierte en la urea. La urea entonces es reciclada hacia el tracto digestivo o es excretada a través de la orina.

## 3. ANTECEDENTES

El sistema de producción de forraje verde hidropónico es viable para la suplementación de ganado ovino en zonas tropical donde la producción de forraje convencional no es posible por la falta de agua.

Los resultados sobre los estudios del forraje verde hidropónico que se puede producir en un periodo de 10 a 15 días desde plantación hasta cosecha, utilizando la técnica hidropónica en los cultivos de maíz.

Un borrego Pelibuey que pese 20 kilos, consume diario 6 kilos de F.V.H, por lo que alcanzar 35 kilos de peso necesita aproximadamente 94 días, mientras que un animal

manejado bajo un sistema de alimentación a base de concentrados tardaría 128 días para alcanzar los mismos 35 kilos de peso.

Se recomienda suministrar:

- 5 kilos de F.V.H a ovejas en Gestantes.
- 5 – 4 kilos de F.V.H, a ovejas Lactantes.
- 3 kg de F.V.H. Para la engorda de Borregos.
- 1 y 2.5 kilos de F.V.H, respectivamente para el caso de Corderos y Carneros.

Como lo hace notar Maya el pasto estrella en el trópico presenta una menor digestibilidad (49.18%) y valor nutritivo (9.67% PC) que el F.V.H de maíz (76.9% DIVMS y 15% PC), De acuerdo a Varela los animales que consumieron F.V.H tuvieron un menor gasto energético al estar menor tiempo en pastoreo.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

De qué trata?

La pérdida económica que hay en el Ejido Frontera Hidalgo por la falta de forraje verde para la alimentación de ovinos en la temporada de seca que es a partir del mes de Enero cuando ya no se ve pastos verdes esto termina hasta finales de Mayo ya que en ese mes empiezan las lluvias en el Ejido Frontera Hidalgo. Y dar una solución al problema proponiendo como un alimento natural el F.V.H que cumple con los requerimientos nutricionales que necesitan los ovinos para el mantenimiento que requiere su organismo.

Ya que un forraje verde es muy rico en minerales y proteína cruda que un animal necesita para crecer fuerte y grande.

Porque?

Debido que en el Ejido donde vivo es muy escaso el forraje verde y los borregos pierden peso y en ocasiones hay abortos en las borregas gestante porque están muy débiles por la falta de minerales y proteína y energía que su cuerpo necesita para poder mantenerse saludables, esto lleva a una pérdida económica para los productores ya que al vender un borrego que no cumple con el peso esperado durante ese tiempo, los partos bajan ya que algunas borregas presentan abortos.

Los corderos que nacen durante sequia no se desarrollan muy bien por la falta de minerales y proteínas ya que los pastos son muy pobres en requerimiento nutricional porque no tienen la suficiente agua para desarrollarse muy bien, si una madre no se alimenta mu bien no produce la leche suficiente para criar a sus corderos ya que e ocasiones dan partos gemelares y estos requieren más leche para alimentarse y poder llegar con un peso óptico hasta el destete

Los concentrados son muy caros y el animal consume una cantidad muy grande, las pacas de heno tienen un valor muy bajo de proteína cruda ya que aportan más fibra y eso no es suficiente para mantener un borrego en un buen peso para su venta. Las pacas son muy caras y el ovino cultor no cuenta con el capital suficiente para poder comprar muchas.

El forraje verde hidropónico es la solución más viable ya que con un kilo de maíz podemos producir de 8 a 10 kg de forraje con buena calidad de proteína y minerales para los borregos y solo necesita agua para poder crecer y dárselo a los borregos. Tiene un periodo muy corto de cosecha y eso beneficios al productor ya que no gastara en comprar alimentos caros, y el solo puede producir su propio forraje hidropónico en su rancho con materiales reciclados de su rancho como garrafas que ya no utiliza. Su rancho ya no perderá pérdidas económicas en abortos corderos mal nutridos y muertes por debilidad.

## 5. JUSTIFICACION

Con el forraje verde hidropónico se puede alimentar ganado vacuno, porcino, caprino, equino, cunícola y una gran cantidad de animales domésticos con excelentes resultado. Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico, se puede decir que permite un suministro constante durante todo el año, se puede emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de carne (Money 2005).

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en Mexico (Lomelli, 2000), demostraron que a partir de 22 kg de semilla de trigo es posible obtener una optima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m<sup>2</sup>/día). El sistema de producción de FVH ha posibilitado obtener mayor calidad de carne; aumento del peso vivo a la fecha de faena; aumento en la proporción de pelo de primera en el vellón de conejos; mayores volúmenes de leche; aumento de la fertilidad, disminución de los costos de producción por sustitutos parcial de la ración por FVH (Hidalgo, 1985).

Nos ofrece una disponibilidad de forraje verde fresco todo el año, independiente de los problemas climáticos que suceden.

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Ñíguez, 1988).

Ante el sistema de producción de FVH, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido a al gran rendimiento y bajo consto representa su

producción tanto de material verde como seca, así como los kilogramos de proteína producidos en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes de agua (Agrored, 2003).

Se espera obtener un peso adecuado para los borres en temporada de estiaje con alimentación de forraje verde hidropónico, ya que es un alimento balanceado que contiene proteína y energía y los minerales que un animal necesita para poder llegar a su peso óptimo para su venta, en las borregas se espera bajar índices de aborto y corderos débiles al nacimiento por la falta de alimento de buena calidad

## **6. objetivos**

### **General**

Producir forraje verde para la alimentación de ovinos con costos muy bajos pero con una nutrición muy buena. Favorecer la utilización del forraje verde hidropónico como una fuente de alimentación económica y nutritiva para borregos.

### **Específico**

Evaluar el peso de los borregos alimentados con forraje verde hidropónico en tiempo de estiaje y ver la ganancia diaria de peso.

Estudiar la ganancia diaria de peso de los ovinos.

Estudiar y Analizar el crecimiento de los corderos al ser alimentados con FVH, y su desarrollo corporal para su venta.



## 7. HIPOTESIS

Es posible mantener o aumentar el peso corporal de los ovinos con forraje verde hidropónico (FVH) en la temporada de estiaje donde es pasto verde es muy escaso.

## 8. MATERIALES Y METODOLOGIA

### **Localización.**

La investigación se desarrolló en el rancho Santamaría, ubicada en el Ejido Frontera Hidalgo, Sus coordenadas geográficas son 14° 46"€™N y 92° 10"€™W, Su altitud es de 60 msnm. la temperatura máxima promedio diaria es más de 33 °C.

Manejo de animales. El proyecto se realizó con 10 borregos en los cuales había borregas gestantes y lactando, con 30% de la superficie techada, y 70% pastoreo utilizaron comederos de plástico fabricados manualmente, bebedores.

Se utilizó un grupo de borregas las cuales el 80% estaban gestantes y el 30% lactando, El grupo testigo estuvo en semi-confinamiento, saliendo a pastoreo de praderas la mitad del día. El grupo se alimentó con forraje verde hidropónico, sales minerales, el 20 de Febrero al 22 de Abril del 2020. El lote tuvo su ración diaria.

### **Duración del experimento**

El experimento tuvo una duración de 62 d divididos de la siguiente manera:

- Siembra de germinados (15 d)
- Alimentación de las ovejas (47 d)

Manejo del experimento

Producción de forraje verde hidropónico.

## Instalaciones

El trabajo se estableció bajo galera, la estructura es de zinc y perfilado metálico con una altura aproximada de 5 m a la cumbrera, y un espacio de 4 m<sup>2</sup> contando este con algunos materiales como madera ya antes utilizada para el soporte o sostén de las bandeja.

A lo interno se contó con acceso a agua de poso y con un área para el manejo de utensilios.

## Selección de semilla

El material que se utilizó fue semilla de maíz de la zona, cosechada por los campesinos del Ejido Frontera Hidalgo.

## **Metodología de la producción de FVH.**

pre-siembra.

Antes de la siembra, la semilla fue desinfectada en agua clorada usando 2 cc I-1 de agua durante 15 min, posteriormente se enjuagó 3 veces para quitar todos los residuos de cloro.

Una vez que se terminó el enjuague se dejó sumergida en agua (en remojo) por 12 h para que se efectuara el proceso de pre-germinación, pasadas las 12 h se enjuago nuevamente y se dejó escurrir por espacio de una hora y luego se dejó sumergida nuevamente en agua durante 12 h adicionales.

Siembra.

Una vez que se cumplió el periodo de pre-germinación se sembró en las bandejas plásticas con dimensiones de 28 cm de ancho x 58 de largo x 3 cm de profundidad, previamente fueron identificadas con un número del 1 al 15 a razón de 1 kg por bandeja, estas fueron colocadas en los soportes y se cubrieron con papel boom para estimular la germinación, cada bandeja se le aplicó riego de 1 a 2 veces al día con ayuda de una regadera plástica, una vez que germino la semilla se retiró el papel dejándose libre para que recibieran la luz solar

Manejo de los animales:

Previo al inicio del ensayo todos los animales fueron pesados e identificados por tratamiento, así mismo fueron desparasitados, vitaminados. Una semana previa al ensayo los animales estuvieron en un periodo de adaptación con el fin de regular el consumo de FVH.

Se utilizaron 10 ovinos, con peso promedio de 25 7 28 kg. Los ovinos se manejaron de forma semi estabulada, alojándolos en cubículos por cada uno de los tratamientos.

Durante el ensayo se suministró el FVH realizándose una vez que los animales regresaban del primer pastoreo, el suministro de agua fue a libertad. El FVH fue distribuido los animales tuvieron un consumo de 20kg de FVH durante todo el periodo que duro el ensayo.

Diariamente se llevó el control de consumo del FVH, considerando el forraje ofrecido menos el rechazado. En el caso del consumo de pasto durante el pastoreo, dos veces a la semana todos los animales fueron pesados individualmente antes de ser llevados al potrero y una vez terminado el periodo del mismo estos eran trasladados a las instalaciones, nuevamente se pesaban, asumiendo la diferencia de peso como el consumo obtenido de pasto durante el pastoreo directo

Semanalmente se registró la ganancia de peso de los animales pesa romana de resorte con una capacidad de 50 kg.

#### **Variables analizadas:**

**Ganancia diaria de peso.** Este indicador determina el peso final de los animales en ceba, los corderos fueron pesados al inicio y al final del periodo que consto de 28 días, de esta forma se determinó la ganancia diaria de peso que tuvieron los animales.

**Consumo de materia seca.** El consumo de MS lo determina el tamaño corporal y el estado fisiológico del animal. Esta variable está relacionada al peso vivo, en condiciones óptimas de calidad y cantidad del alimento, corresponde a un porcentaje cercana a 3.5% (FIC Ovino 2015).

**Estimado de consumo de alimento suplementario.** Es la relación entre el consumo de materia y la ganancia de peso vivo que logro durante el periodo que estuvo a prueba.

#### Bibliografía

LOPEZ A., R.; MURILLO, B.; TROYO, E.; RODRÍGUEZ, G.; ROMERO, J. J.; LÓPEZ, R.; NARANJO, A. 2012. Forraje verde hidropónico, una alternativa para el ganado de

zonas áridas. Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México 5(107):1-26. <http://pcti.mx/articulos?task=callele>

HERRERA Angulo A, De Pablos Alviárez LA, Maduro RL, Benezra Sucre MA, Ríos de A. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (zea mays). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista científica, FCV-LUZ / vol. xvii, nº 4, 372 – 379.

FAO, (2001). Forraje verde hidropónico. Manual técnico; mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de desarrollo infantil del INNFA. Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/53283883/MANUAL-DEFORRAJE-VERDE-HIDROPONICO>.

ELIZONDO J, Boschini C. 2002. Producción de Forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana, año/vol. 13, numero 00. Pp. 13-17.

ESPINOSA RM. 2005. Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en Santa Maria Chachoapan Nochixtlan, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Huajuapán de León, Oaxaca.

SNEATH R, McIntosh F. 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. Meat Livestock Australia. Queensland Government Department of primary Industries.

JUÁREZ LP, Bugarín MR, Castro BR, Sánchez-Monteón A, Cruz-Crespo E, Juárez RCR, Alejo SG, Balois M R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011.

ARELLANO MR. 2009. Proceso de producción de forraje verde hidropónico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nayarit, México. 30 p

OLIVEIRA de MG, Kardec JA, Ventura JEF, Simonal FP, Falcao KS. 2008. Produção de canteiros hidropônicos de suporte forrageiro para alimentação de pequenos ruminantes na agricultura familiar. [www.eventosufrpe.com.br/.../cd/.../R1196-1.pdf](http://www.eventosufrpe.com.br/.../cd/.../R1196-1.pdf). (Revisado 04 de marzo 2012).

KD GONZALEZ, 2019. Forraje Verde Hidropónico (F.V.H) Para La Alimentación De Animales. <https://infopastosyforrajes.com/suplementacion/forraje-verde-hidroponico/>

González, R. M., Camacho, M. I. y Rascón, T. R. 2007. Análisis económico de los sistemas de producción de bovinos en el municipio de Morelia, Michoacán. 1er Congreso Regional de Buiatría. Morelia Michoacán. Pp. 170-177.

López, J. F 1998. Evaluación de seis Especies Forrajeras Bajo la técnica Hidropónica. Tesis Licenciatura UAAAN; Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Huterwal, G. 1992. Hidroponía. Edit. Albatros, Buenos Aires, Argentina.

Agrocultura, 2000. Forraje Verde Hidropónico; Marzo - Abril. Edición No. 63.

Sánchez, F. 1988. Hidroponía, Principios y Métodos de Cultivo Imprenta Universitaria. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Sánchez del C. F. y Escalante, R.R.E 1998. Un sistema de producción de plantas. Hidroponía principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. 3 Edición. Chapingo, México.

Valdivia, B. E. 1997. Producción de Forraje Verde Hidropónico, Conferencia Internacional en hidroponía comercial 6 - 8 agosto Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Resh, H.M. 1996. Hydroponic food production. 5th Ed. California, EUA, Woodbridge Press Publishing Co. 527p.

Rodríguez D. A 2001. Manual Práctico de Hidroponía Universidad Nacional Agraria la Molina, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Lima, Perú.

Rodríguez, M. 2003. Producción de Forraje verde. Literatura pendiente de publicación Facultad de Zootecnia Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

Rodríguez, S. 2003 Apuntes del Curso Hidroponía básica impartido en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

FAO. 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Agrored, A. 2003 Horticultura, fruticultura, fertirrigacion y cultivos hidropónicos disponibles en: <http://www.agrored.com.mx/agrocultura/63-forraje.html>

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Produccion de forraje en condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluacion De Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepcion, Sede Chillan. Chile.

<https://hidroponiaforrajeymas.jimdofree.com/qu%C3%A9-es-el-forraje-verde-hidrop%C3%B3nico/desventajas-del-forraje-verde/>

[https://www.elagricultor.com/elgranero/ver\\_articulo\\_v2.php?ref=ganaderia&id=13](https://www.elagricultor.com/elgranero/ver_articulo_v2.php?ref=ganaderia&id=13)

Sección del artículo: ganaderia – Ovejas. Fecha de inserción: 11-02-2010 a las 19:15:07

Maya, G. E., Duran, C.V., y Ararat, E. (2005). Valor nutritivo de pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año. Acta agronómica, 54(4). Recuperado de: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/123](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/123).