

**INSTITUTO TECNOLÓGICO BERTO NICOLI**  
**CARRERA AGROPECUARIA**



Hacia una educación superior de calidad...

**PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE  
IDROPONICO (F.H.V.) PARA LA  
ALIMENTACION ANIMAL**

Proyecto de grado para optar el  
Título de Técnico Superior en  
Agropecuaria

Postulante: Jose Carlos Rojas Revollo  
Tutor: Ing. Oscar León Quinteros

Cochabamba – Bolivia  
Diciembre-2019

# TRIBUNAL EXAMINADOR

---

Tribunal

---

Tribunal

---

Tribunal

---

Ing. Claudio Vázquez Salinas  
Responsable de Carrera

---

Lic. Lenny R. Tapia Vidal  
Directora Académica

---

Lic. Edwin A. Olmos Rojas  
Rector

## **DEDICATORIA**

A mi padre (Cosme Rojas)  
y a mi señora mama (Modesta Revollo)

Para Dios, mis hermanos, y conocidos quienes hicieron posible para que de alguna manera este trabajo se realice y llegue a un final bueno y satisfactorio.

## **AGRADECIMIENTO**

a los docentes por su paciencia y enseñanza brindada

Mis agradecimientos a la Institución donde he podido realizar mis estudios superiores el cual es el Instituto Tecnológico “Berto Nicoli” de Sacaba. A su personal de administración y plantel docente que se ocuparon en compartir sus conocimientos.

A todas las personas y a mis amigos que directa o indirectamente me apoyaron

## INDICE

Introducción.....	
CAPITULO I .....	1
1.1 Tema.....	1
1.2.1 Diagnostico.....	2
1.2.2 Justificación.....	3
1.3 Planteamiento y formulación del problema técnico/tecnológico.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos.....	6
1.5 Enfoque metodológico.....	6
CAPITULO II MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	9
2.1. Origen del Forraje Verde Hidropónico (FVH).....	9
2.2. Ventajas y desventajas del FVH Ventajas.....	11
2.3. Desventajas en las principales levantamientos identificados en un sistema de producción de FVH son.....	13
2.4. Instalaciones la producción de forraje verde hidropónico.....	16
2.5. Costos de producción e impacto económico del Forraje Verde Hidropónico.....	21
2.5.1. Discriminación de los costos del FVH .....	21
2.5..2. Costos fijos en \$us por metro cuadrado para la producción de FVH.....	22
2.5. 2.1. Invernaderos para FVH, características principales invernaderos tipo túnel.....	22
2.5.2.2. Características principales, invernaderos de paredes con diagonal.....	23
2.6.2.3. Casa sombra. Características principales de casa sombra.....	24

2.6 Instrucción para el germinado.....	25
2.6.1 Actividades rutinarios.....	27
2.7 Alimentación animal.....	28
2.8 Alimentación.....	28
2.8.1 Alimento.....	28
2.8.2 Nutrición animal.....	28
2.8.3 Procesos de la nutrición animal.....	29
2.9 Experiencias de uso en borregos.....	31
2.9.1 Otras experiencias en ovinos.....	32
2.9.2 Experiencias de uso en conejos.....	33
2.9.3 Experiencia en ganado lechero.....	34
2.10 Formas de proporcionar a los animales.....	35
<b>CAPITULO III PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA.....</b>	<b>36</b>
3.1 Características de la zona.....	36
3.1.1 Localización.....	36
3.1.2 Instalaciones.....	36
3.1.3 Materiales y equipos.....	36
3.1.3.1 Material de campo.....	36
3.1.3.2 Insumos.....	37
3.1.3.3 Material de gabinete.....	37
3.1.3.4 Material biológico.....	37
3.1.4 Metodología.....	38
3.1.5 Croquis de campo.....	38
3.1.6 Tratamientos.....	38

3.1.7 Área experimental.....	39
3.1.8 Riego.....	39
3.1.9 Variables de respuesta.....	39
3.1.9.1 Tamaño de desarrollo de la avena.....	39
3.1.9.2 Tamaño de desarrollo de la cebada.....	39
3.1.9.3 Enfermedades.....	39
RESULTADOS ESPERADOS.....	40
3.2.1 Comportamiento evolutivo de desarrollo de las dos gramíneas desde el inicio hasta la conclusión del estudio.....	40
3.2.2 Rendimiento de desarrollo en altura de la avena determinando datos cada semana o 7 días, hasta la conclusión del estudio.....	40
4.2.3 Rendimiento de desarrollo en altura de la cebada determinando datos cada semana o 7 días hasta la conclusión del estudio.....	41
4.2.4 Cosecha del forraje hidropónico.....	41
4.2.5 Mortalidad y enfermedades en el desarrollo.....	42
4.2.6 Costo de producción.....	42
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	44
FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFIA.....	45
ANEXOS.....	48

## RESUMEN

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 es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional, con una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo a bajo costo y en forma sostenible para alimentación animal y muy apta para la alimentación animal.

En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. El Forraje Verde Hidropónico se produce en bandejas plásticas colocadas en sistemas modulares, en cada bandeja de 40 x 60 cm se coloca la semilla de cebada, avena (también se puede trabajar con trigo y maíz) que al cabo de 2 semanas se convertirá en una biomasa forrajera, la misma que es consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas) constituyendo un alimento de primera calidad para un óptimo desarrollo de nuestros ganados.

Es una estrategia de producción de biomasa vegetal que baja los costos fijos de la alimentación animal, sobre todo aquella que se realiza utilizando como insumo fundamental el concentrado, el FVH no intenta competir con los sistemas tradicionales de producción de pasturas, pero sí complementarla especialmente durante períodos de déficit, el sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional, nos ofrece una disponibilidad de forraje verde fresco todo el año, independiente de los problemas climáticos que sucedan.

Palabras claves: forraje verde hidropónico, biomasa, sostenibilidad, alto valor nutritivo,

## INTRODUCCION

El Forraje Verde Hidropónico (FHV) 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 como los cereales (avena, cebada, trigo y otras gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional.

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 es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal.

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

El Forraje Verde Hidropónico se produce en bandejas plásticas colocadas en sistemas modulares, en cada bandeja de 40 x 60 cm se coloca 1.25 kilos de semilla de cebada (también se puede trabajar con avena, trigo y maíz) que al cabo de 2 semanas se convertirá en una biomasa forrajera de 6 a 8 kilos, la misma que es consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas) constituyendo un alimento de primera calidad para un óptimo desarrollo de nuestros ganados

## CAPITULO I

### **Producción de forraje verde hidropónico (F.H.V.) para la alimentación animal**

#### **1.2.1 Diagnóstico**

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Ñíguez, 1988; Santos, 1987; y Fosal, 1987). Un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH. Como será expuesto en detalle en capítulos posteriores, el FVH ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal.

Brevemente, entre los resultados prácticos más promisorios se ha demostrado:

- Aumento significativo de peso vivo en corderos precozmente destetados al suministrarles dosis crecientes de FVH hasta un máximo comprobado de 300 gramos de materia seca al día (Morales, 1987).
- aumento de producción en aves domésticas (pollos, gallinas, patos, gansos, etc.) a partir del uso del FVH (Falen y Petersen, 1969 y Bull y Petersen, 1969 citados por Bravo Ruiz, 1988), lográndose sustituir entre un 30 a 40 % de la dosis de ración peleteada pero asociado al riesgo, en casos de exceso en el uso de FVH, de un incremento de excreta de heces líquidas y fermentaciones aeróbicas del estiércol, malos olores de los locales, aumento de insectos voladores no deseados y aumento de enfermedades respiratorias especialmente en verano.
- Ganancia de peso en cerdos con una alimentación en base a FVH “ad libitum” (Sánchez, 1996 y 1997).

- Aumento de producción en vacas lecheras a partir del uso de FVH obtenido de semillas de avena variedad “Pehuén” y cebada cervecera variedad “Triumph” existiendo también en este caso antecedentes en el uso del maíz, sorgo, trigo, arroz y triticale. (Sepúlveda, 1994).

Sustitución en conejos, de hasta el 75% del concentrado por FVH de cebada sin afectar la eficiencia en la ganancia de peso alcanzándose el peso de faena (2,1 a 2,3 kg de peso vivo) a los 72 días. Estos resultados han tenido un alto impacto técnico, económico y social en Uruguay (Rincón de la Bolsa) posibilitando la generación de ingresos, la alimentación familiar y el mantenimiento de la producción a mini productores cunícolas afectados por los altos costos de los concentrados (Sánchez, 1997 y 1998).

### **1.2.2 Justificación**

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México (Lomelli, 2000), con control del volumen de agua a aplicar, luz, nutrientes y CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico), demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m<sup>2</sup> (1.89 kg semilla/m.c.) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m<sup>2</sup>/día). En todos los resultados mencionados anteriormente 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 sustitución parcial de la ración por FVH (Hidalgo, 1985; Morales, 1987; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Valdivia, 1996; Sánchez, 1997; Arano, 1998).

Los alimentos balanceados además de ser muy costosos, se deben ir a lugares muy lejanos para poder obtenerlos, comprarlos y poder transportarlos a las comunidades.

Otro problema es el cambio climático, que afecta la producción de pastos para alimentar de los animales, ya que en estos tiempos es muy impredecible, siendo muy difícil tener un pronóstico de cuándo va a llover o si al día siguiente hará mucho calor.

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México (Lomelli, 2000), con control del volumen de agua a aplicar, luz, nutrientes y CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico), demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener en un área de 11,6 m<sup>2</sup> (1.89 kg semilla/m.c.) una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m<sup>2</sup>/día). En todos los resultados mencionados anteriormente 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 sustitución parcial de la ración por FVH (Hidalgo, 1985; Morales, 1987; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Valdivia, 1996; Sánchez, 1997; Arano, 1998).

### **1.3 Planteamiento y formulación del problema técnico/tecnológico**

EL FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo. Un gran número de experimentos y experiencias prácticas comerciales han demostrado que es posible sustituir parcialmente la materia seca que aporta el forraje obtenido mediante métodos convencionales, así como también aquel proveniente de granos secos o alimentos concentrados por su equivalente en FVH.

En la actualidad el producir alimento a bajo costo para los ganaderos se ha convertido en un problema.

En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficits alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal.

Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales. Ejemplos dramáticos de estas situaciones han sido el "terremoto blanco" de nieve de 1995 en el Sur de Chile; la sequía de 6 meses en 1999 que afectó el Cono Sur de América Latina o la sequía que afectó significativamente desde los primeros meses del 2001 a la Vertiente Pacífico de Mesoamérica con resultados adversos sobre la seguridad alimentaria de la población, especialmente la de los pequeños agricultores localizados en zonas de laderas degradadas. Asimismo, el frecuente anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones limita por períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción.

Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, henos o ensilados. Ello redundaría en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de FVH.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Obtener por un sistema hidropónico de producción de forrajes con una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo a bajo costo y en forma sostenible para una alimentación animal

#### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Producción de biomasa vegetal por hidroponía de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente
2. Brindar alternativas de producción de alimento forrajero por hidroponía para épocas de estiaje
3. Ampliar los conocimientos referentes a la producción hidropónica de forrajes para aprovechar un espacio donde no se tiene terreno agrícola
4. Brindar a estudiantes y personas interesadas como forma de emprendimientos la producción por hidroponía de forrajes para alimentación animal

### **1.5 Enfoque metodológico.**

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 es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta 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. La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Less, 1983; Hidalgo, 1985; Morales, 1987).

### **Croquis de campo: Tratamientos**

**Cuadro N° 1: Tratamientos**

TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
Semilla de avena	Semilla cebada

**Fuente: Elaboración propia, noviembre 2019**

### **Tratamientos**

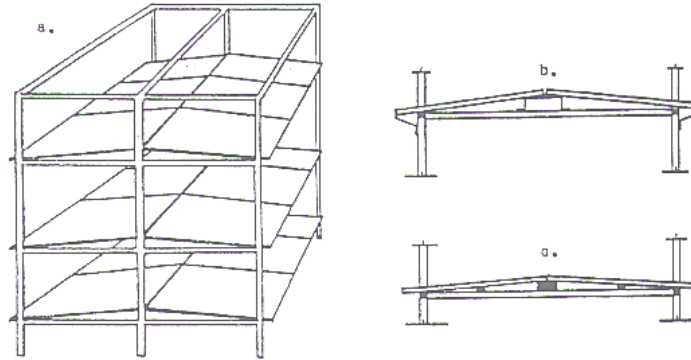
T1= Semilla de avena en una cantidad de ½ libra

T2 = semilla de cebada en una cantidad de ½ libra

### **Área experimental**

Se han construido la infraestructura metálica para la producción de 6 bandejas con un sistema de riego continuo es decir estructura para colocar las bandejas con pendiente y tenga un riego continuo.

**Figura:1 Estantería de tres niveles para producción de forrajes verde hidropónico**



*a: Módulo o estantería de 3 niveles y 18 bandejas individuales.*

*b y c: Perfil de bandejas con pendiente longitudinal sobre soportes que marcan distintos grados de pendientes.*

**Fuente: Sánchez, 1997**

## **Riego**

Se ha realizado un riego de 3 veces al día en una cantidad igual a 1 litro por bandeja, y ver cuál de los dos desarrolla más y determinar el tamaño en el tiempo de 3 semanas de estudio.

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.

Dentro del contexto anterior, 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.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO CONCEPTUAL**

#### **2.1 Origen del Forraje verde hidropónico (FVH)**

La 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 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” en 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. La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Less, 1983; Hidalgo, 1985; Morales, 1987).

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.

Dentro del contexto anterior, 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.

En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficits alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal.

Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales. Ejemplos dramáticos de estas situaciones han sido el "terremoto blanco" de nieve de 1995 en el Sur de Chile; la sequía de 6 meses en 1999 que afectó el Cono Sur de América Latina o la sequía que afectó significativamente desde los primeros meses del 2001 a la Vertiente Pacífico de Mesoamérica con resultados adversos sobre la seguridad alimentaria de la población, especialmente la de los pequeños agricultores localizados en zonas de laderas degradadas. Asimismo, el frecuente anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones limita por períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde

fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción.

Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, henos o ensilados. Ello redundaría en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de FVH.

## **2.2 Ventajas y Desventajas del FVH**

En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al compararse con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca (Cuadro 1).

Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000). Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué los principales desarrollos de la hidroponía se hallan observados y se observan generalmente en países con ecozonas desérticas, a la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías, las cuales llegan a afectar la disponibilidad inclusive, de agua potable para el consumo.

Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil

**Eficiencia en el tiempo de producción.** - La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH (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 FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, 1983, citado por Pérez, 1987). Su alto valor nutritivo (Cuadros 2 y 3) lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, 1976 citado por Resh, 1982; Chen, 1975; Chen, Wells y Fordham, 1975 citados por Bravo, 1988). En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el FVH (3.200 kcal/kg) (Pérez, 1987). Sin embargo, los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada (Cuadro 3) el FVH se aproxima a los valores encontrados para el Concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

**Cuadro N° 2. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento.**

<b>NUTRIENTE O FACTOR</b>	<b>GRANO</b>	<b>FHV</b>
Materia seca (%)	91,0	32,0
Cenizas (%)	2,3	2,0
Proteína Bruta (%)	8,7	9,0
Proteína Verdadera (%)	6,5	5,8
Pared Celular (%)	35,7	56,1
Contenido Celular (%)	64,3	43,9
Lignina (%)	3,6	7,0
Fibra Detergente Ácido (%)	17,9	27,9
Hemicelulosa (%)	18,8	28,2

**Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994**

**Cuadro N°3. Comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.**

<b>Parámetro</b>	<b>FVH (cebada)</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Heno</b>	<b>Paja</b>
<b>Energía (kcal/kg MS)</b>	3.216	3.000	1,680	1,392
<b>Proteína Cruda (%)</b>	25	30,0	9,2	3,7
<b>Digestibilidad (%)</b>	81,6	80	47,0	39,0
<b>Kcal Digestible/kg</b>	488	2,160	400	466
<b>kg Proteína Digestible/Tm</b>	46,5	216	35,75	12,41

**Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994**

**Inocuidad.** - El FVH producido de acuerdo a las indicaciones que serán presentadas en este manual, representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo, en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente (Sánchez, 1997). Un caso notable de inocuidad y apoyo a la seguridad alimentaria a partir del uso de FVH fue informado en las poblaciones de Chernóbil, Kazakstán y Vorónezh, ciudades afectadas por radiación atómica. En tal situación, como informado por Pavel Rotar (Julio, 2001) de la ISAR (Imitativo for Social Action and Renewal in Eurasia), la única salida para la producción animal en estas zonas afectadas de Rusia, fue la implementación de la producción del FVH, lográndose una “sana y limpia alimentación de los animales”, dado que las pasturas existentes se encontraban totalmente contaminadas por la radiación. Además, con el suministro de FVH se aumentó la digestibilidad (de 30 a 95 %), con respecto a los granos que antes se utilizaban para consumo animal.

**Costos de producción.** - Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, que se presenta por su importancia en una sección específica del manual, revela que, considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las

formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente.

Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del FVH es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio (ejemplo: la producción de conejos alimentados con FVH integrada a horticultura intensiva (Sánchez, 1997y 1998).

Diversificación e intensificación de las actividades productivas. El uso del FVH posibilita intensificar y diversificar el uso de la tierra. Productores en Chile han estimado que 170 metros cuadrados de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para FVH de avena, equivalen a la producción convencional de 5 Hás. de avena de corte que pueden ser destinadas a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo (opinión de Productor de Melipilla, 1998, Chile) y dentro de programas de intensificación sostenible de la agricultura. De igual forma, el sistema FVH posibilita regularizar la entrega de forraje a los animales posibilitando "stockear" FVH para asistir a exposiciones, remates o ferias ganaderas. El FVH no intenta competir con los sistemas tradicionales de producción de pasturas, pero sí complementarla especialmente durante períodos de déficit. -Alianzas y enfoque comercial. El FVH ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleristas, cabañas de reproductores, tambos, locales de internada, ferias, locales de remates, aras de caballos, cuerpos de caballería del Ejército, etc. En la actualidad existen empresas comercializadoras de FVH en distintos países y todas ellas gozan de un buen nivel aparente de ventas.

### **2.3 Desventajas las principales desventajas identificadas en un sistema de producción de FVH son:**

Desinformación y sobrevaloración de la tecnología.

Proyectos de FVH 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, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO<sub>2</sub>. Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo precisamos un fertilizante foliar que contenga, aparte de los macro y micro nutrientes esenciales, un aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. Asimismo, el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar (Marulanda e Izquierdo, 1993).

Costo de instalación elevado. Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1996, 1997) que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileños han optado por la producción de FVH directamente colocado a piso sobre plástico negro y bajo micro túneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible.

### **2.4 Instalaciones en la producción de forraje verde hidropónico**

La localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de

instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta; y que existan períodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agro meteorológicas desfavorables para la producción normal de forraje (sequías recurrentes, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos.

Para iniciar la construcción se debe nivelar bien el suelo; buscar un sitio que esté protegido de los vientos fuertes; que cuente con disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y con fácil acceso a energía eléctrica.

Existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones que va desde aquellas más simples construidas artesanalmente con palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior producción de FVH. En los últimos años se han desarrollado métodos operativos con modernos instrumentos de medición y de control (relojes, medidores del pH, de conductividad eléctrica y controladores de la tensión de CO<sub>2</sub>).

Las instalaciones pueden ser clasificadas según sea su grado de complejidad en:

**Populares:** Consisten en una estructura artesanal compuesta de palos o cañas (bambú o tacuara), revestida de plástico transparente común. El piso es de tierra y las estanterías para la siembra y producción del FVH son construidas con palos, cañas y restos de madera de envases o desechos de aserraderos. La producción obtenida en este tipo de instalaciones es utilizada en la mayoría de los casos para alimentar los animales existentes dentro del mismo predio. La altura de las estanterías, debido a la calidad de los materiales de construcción, no sobrepasa los 3 pisos. En casos muy particulares se alcanzan cuatro niveles de bandejas.

El material con que están fabricadas las bandejas puede ser de cualquier tipo y origen. Lo más común es que sean recipientes de plástico de descarte, a los cuales se les corta al

medio, se les perforan pequeños drenajes de agua sobre uno de los lados y se usan tal como quedan. También se utilizan estantes de muebles en desuso a los que se le forran con nylon. En este tipo de instalaciones podemos encontrar todo tipo de formas y tamaños de bandejas y tal como promueve la FAO en su manual de la Huerta Hidropónica Popular (Marulanda C. y J. Izquierdo, 1993.), el FVH permite también practicar una agricultura popular del descarte.

Estructuras o recintos en desuso: Hemos denominado así a este segundo tipo de instalaciones de producción de FVH. Comprende instalaciones industriales en desuso, antiguos criaderos de pollos, galpones vacíos, viejas fábricas, casas abandonadas, etc. Estas instalaciones se están volviendo cada vez más comunes en los países de América Latina.

El ahorro que se obtiene con este tipo de instalaciones surge de la disponibilidad de paredes y techos lo que permite invertir en los otros insumos necesarios para la producción de FVH.

Los rendimientos en este tipo de instalaciones suelen ser superiores a las instalaciones populares por el mejor control ambiental logrado y el mayor número (hasta 7) de pisos de producción. El material utilizado en la construcción de las bandejas puede ser de distintos orígenes tales como fibra de vidrio, madera pintada, madera forrada con plástico y bandejas de plástico. Lo anterior sumado a un tamaño uniforme de las bandejas y a equipos de riego compuestos por micro aspersores o nebulizadores supone una producción mucho más regular y planificada conociéndose casi exactamente cuantos kilos de FVH estarán disponibles para alimentar a los animales en un período determinado. Si bien el destino de la producción obtenida es, en la mayoría de los casos, para uso interno al predio, existen interesantes datos de ventas de FVH al exterior del establecimiento.

Modernas o de Alta Tecnología: Las instalaciones de este tipo pueden ser de construcción de albañilería hecha en el lugar, prefabricadas o importadas directamente como unidades de producción o “fábricas de forraje”.

Existen construcciones de albañilería para la producción de FVH que alcanzan un costo de 221 US\$ por metro cuadrado. A modo de ejemplo describiremos un caso de una instalación con un área total de 1.000 metros cuadrados, ocupando la sección de cultivo un área de 30 por 25 metros (750 m<sup>2</sup>) y una altura de 3,5 metros. El resto de la estructura (250 m<sup>2</sup>) es ocupada por los espacios para el lavado, remojo, escurrimiento y germinación de las semillas incluyendo espacio para la oficina y depósitos.

En estos modelos, la sala de germinación ocupa un área de 50 metros cuadrados, presenta la misma disposición que la sala de producción, cuenta con un sistema de riego por micro aspersión, no tiene iluminación ni tampoco requiere de mucha ventilación. Los estantes de esta sala comprenden 10 pisos siendo la capacidad de producción de 10.000 kilos de FVH por día. La fase de producción se realiza sobre bandejas que son colocadas en estantes metálicos dobles de 7 pisos. Las bandejas son de fibra de vidrio que se ubican en 7 líneas de estantes siendo cada una de ellas de 26 metros de largo por 1,8 de ancho. Entre las líneas de estantes se coloca un piso de cemento con canaletas a ambos lados, mientras que el piso bajo las estanterías está recubierto con material inerte que facilite el drenaje y previamente desinfectado (balastro, pedregullo, etc.). La instalación cuenta con riego automatizado, estantería por estantería y controlado todo por relojes de tiempo con sus respectivas válvulas solenoides y de flotación. Presenta también ventiladores, extractores de aire, un ozonizador que incorpora ozono al agua de riego para eliminar contaminaciones de bacterias, e iluminación de apoyo basada en 20 tubos fluorescentes.

Los resultados en una unidad como la descrita arriba, señalan que se pueden producir 10.000 kilos de FVH por día (10 kilos de FVH/m<sup>2</sup>/día) en 7 pisos de producción para alimentar con forraje verde a caballos (de carrera, paseo y de tiro), vacunos, porcinos, ovinos, camélidos y animales exóticos. El destino de la producción del FVH no tiene

limitaciones en cuanto a las especies animales y la bondad del producto (FVH) es tal que permite su adaptabilidad a cualquier animal.

Otros ejemplos de instalaciones para FVH mencionadas en la literatura técnica ofrecen diferentes modelos de estructuras. Basado en túneles de producción automáticos en donde las bandejas se desplazan sobre rieles hasta el final del túnel donde el FVH es cosechado y entregado a la alimentación de los animales. Equipos similares son también fabricados y comercializados en hidrorgan. Otras empresas dedicadas a la fabricación y exportación de estos paquetes tecnológicos son, entre otras: Magic Meadows (Arizona); Harvest Hydroponics (Ohio); Landsaver (Inglaterra).

Una de las instalaciones más sofisticadas que se han creado para la producción del FVH son las de Othmar Ruthner, Viena, Austria en donde el sistema se basa en una gran cinta continua de producción de FVH. Sin embargo, un modelo portátil ofrecido por Australian Manufacturer de 60 metros cuadrado presenta el entre-techo de la unidad forrado de "termopor" o "espuma plast" o "plumavit" para reducir la temperatura interna durante el verano. Toda la construcción tiene un marco de metal galvanizado cubierto por una doble capa de plástico asentado sobre un piso de concreto.

Dentro de la estructura se disponen las estanterías de metal sobre las cuales se ubican las bandejas que son en esta oportunidad de material plástico. Tiene un sistema automatizado que hace todo. El riego automático y periódico es mediante nebulizadores los cuales esparcen uniformemente la solución nutritiva. La unidad es además calentada o enfriada automáticamente según un control ejercido desde un termostato. La temperatura ambiente interna es estable a 21°C. Como resultado tenemos que a los 8 días luego de la siembra, esta unidad produce forraje verde de 20 centímetros de altura con una eficiencia de conversión por kilo de semilla que oscila entre los 6 a 10 kilos de FVH, dependiendo de la calidad de semilla utilizada. La "fábrica" presenta en su interior un total de 768 bandejas y funciona en un ciclo de alrededor de 100 bandejas por día. Cuando esta instalación se encuentra a capacidad plena la producción de FVH es de 1.000 kilos por día con un rendimiento de 16,6 kg de FVH/m<sup>2</sup>/día. Usualmente este tipo

de instalaciones son instaladas para generar forraje verde y fresco para uso en establecimientos lecheros o de carne.

**Figura:2 Raíces entrelazadas del forraje**



**Fuente: Roberto 2010**

## **2.5 Costos de producción e impacto económico del Forraje Verde Hidropónico**

El rubro FVH no tiene una situación de mercadeo tan extendida como sí la poseen el resto de los cultivos sin tierra, como, por ejemplo: lechuga, tomate, berro, etc. Esta particular situación de comercialización está presente en la mayoría de los países Latinoamericanos y del Caribe.

### **2.5.1 Discriminación de los Costos del FVH.**

Comenzaremos los cálculos, para el caso del FVH, con una serie de premisas básicas.

- 1) El cálculo económico será realizado en base a los recursos mínimos necesarios.
- 2) Se dispone de espacio suficiente para alcanzar los volúmenes de producción requeridos y/o deseados.
- 3) Tenemos un suministro adecuado y suficiente de energía eléctrica.

- 4) Existe un volumen de agua apta y suficiente para nuestro proyecto de cultivo.
- 5) La planificación de la producción se realizó tomando como base módulos de 4 pisos.

Estos se pueden construir con caños rígidos de PVC, caños metálicos en desuso o de desecho, viejas estanterías de comercios, etc. No obstante, ello, también se puede planificar usando solo 2 pisos, o con producción directamente sobre plástico a nivel de tierra.

Los estantes también se pueden construir con maderas de descarte o aquella proveniente de los pallets de importación.

- 6) La estructura utilizada puede ser desde una pieza en desuso, casa abandonada, galpón, criadero de pollos reciclado, o un simple invernáculo.

- 7) El riego se hará de forma manual. Para ello se utilizará una mochila plástica de uso común en horticultura.

- 8) Se tomó en cuenta el valor de la “Mano de Obra”.

- 9) No se tomará en cuenta el rubro: “Costo de oportunidad”.

### ***Costos fijos de inversión.***

Este se compone de aquellos elementos imprescindibles a comprar, para llevar adelante nuestro proyecto. Por lo tanto, definiremos a los Costos Fijos de producción, como aquellos costos que se refieren al equipamiento para la producción del FVH

### ***4.5.2 Costos Fijos en US\$ por Metro Cuadrado para la producción de FVH***

#### ***4.5.2.1 Invernadero para forraje verde hidropónico***

Características principales, invernadero tipo túnel:

- Ancho de túnel: 6.00 m
- Largo: múltiplos de 2 m
- Altura de racks: 2.40 m
- Alturas máximas: 4.20m y 3.80 m

Características generales: Sirve para toda clase de animales, caballos, vacas, chivos, borregos, gallinas, conejos, y cerdos.

Tiene una capacidad de sustitución del concentrado hasta en un 70% para algunas especies. Mayores ganancias en peso en ganado de engorda.

Ahorro de agua, agroquímicos, maquinaria, transporte y espacios Puede producirse todo el año con un valor nutritivo muy alto, De 1.7 kg de grano de maíz se puede producir hasta 12 kg de forraje verde.

Este modelo se utiliza para la producción de forraje verde hidropónico, el cual viene equipado con sistemas de riego automatizado, racks porta charola, charolas forrajeras.

En un módulo de 6m de ancho por 10m de largo con una capacidad de 616 charolas, se alcanza una producción de forraje verde de aproximadamente 5.5 ton/semana. Esta producción dependerá del tipo de grano a utilizar (maíz, trillo, sorgo, entre otros).

#### *2.5.2.2 Características principales, invernadero de paredes con diagonal*

- Ancho de túnel: 7.50 y 8.00 m
- Altura a canaleta: 3.50 m
- Alturas máximas: 6.70 m
- Abertura ventila cenital: 1.0 m
- Capacidad de carga de cultivo: 30 a 35 Kg. /m<sup>2</sup>

Este modelo de Invernadero está fabricado con PTR galvanizado calibre 14(2.0 mm) de espesor, por su diseño aerodinámico las ventilas cenitales tienen una apertura de 1.0 m de ancho y cortinas laterales y frontales de 3.10 m de ancho.

Su estructura soporta velocidades de vientos de hasta 120 km/h. ya que sus cuerdas que van a la altura de la canaleta son de porte mismo donde cuelgan los ganchos tutores, modelo recomendado para climas templados donde la temperatura media anual es de 15C° sus canaletas tienen la capacidad de desalojar la cantidad de agua que estos climas templados tienen en promedio de 500 a 1000 mm anuales.

#### 4.5.2.3 *Casa sombra*

Características principales de casa sombra:

- Ancho de túnel: 8.00 m y 9.00 m
- Altura mínima: 3.00 m
- Altura máxima: 4.50 m y 6.00 m
- Capacidad de carga: 35 kg/m<sup>2</sup>

Estructura compuesta de Ptr Galvanizado en diferentes medidas, que van en columnas de 2.50” hasta 1.75” y cable de acero galvanizado de ¼” que tienen doble función, fijación de malla y amarre estructural. Por su característica de techo a dos aguas favorece el intercambio de aire fresco, además de impedir la caída de agua de forma brusca directa al cultivo.

Este modelo de invernadero (casa sombra) está totalmente forrado con malla antiafidos, asegurado con hilo monofilamento transparente de alta resistencia.

La instalación de la malla del techo tiene la característica de ser retráctil o fija según la necesidad del cliente.

**Figura:3 Instalación de forraje industrial**



**Fuente: Nidia Leiva 2009**

## **2.6 Instrucciones para el germinado. Que se necesita.**

### **1. Lugar para el germinado.**

Cualquier lugar que tenga sombra de uno o varios árboles o una construcción abandonada. En general un espacio de 3 metros de largo por dos de ancho puede servir para cosechar cuatro cajas diarias, aproximadamente 50 kilos diarios de verde germinado.

Cuando hay problemas de pájaros es necesario proteger el germinado. Hemos cubierto de malla semisombra el lugar donde se colocan las cajas.

### **2. Recipientes para el cultivo a escala rústica y pequeño.**

Dos baldes de plástico con capacidad mínima de 5 litros y una caja de 39 cm de ancho x 69 cm de largo y una altura de 21 cm. son de plástico reciclado.

Los recipientes ideales que muestra la literatura son recipientes de fibra de vidrio de 60 cm de ancho y 120 cm de largo montados sobre estructuras metálicas construidas para este fin.

Actualmente ya hay muchos anuncios de empresas que se dedican a la construcción de invernaderos y venta de todo lo necesario para montar una sala de germinación desde 120 kilos a varias toneladas al día.

### 3. Sistema de soporte de las cajas de plástico.

Se pueden construir anaqueles o estantes independientes para el soporte de las cajas con uno o varios niveles. Se pueden construir con madera o material metálico según los recursos del productor. Con las cajas de plástico que trabajamos solo las apilamos una sobre otra en tandas de 6 a 7 y esto simplifica el trabajo y reduce los costos.

### 4. Sistema de riego y drenaje.

El riego puede realizarse en forma automática o en forma manual. Cuando el riego es automático se requiere una bomba, un tanque de almacenamiento, tubos y mangueras de distribución, ya sea para regar por micro aspersores o con atomizadores por aspersión. Cuando no hay recursos se hará con una manguera o con un balde con hoyos en el fondo. Cuando se van a regar varias cajas puede servir una bomba de mochila.

5. Método de germinación para una caja de plástico de 39 cm x 69 cm. medidas internas, y 43 cm x 73 cm, medidas externas.

a. Pesar 1.7 kilos de granos de maíz cribado, nuevo y limpio de impurezas.

Ni más ni menos que 1,700 gramos de maíz.

b. Si es trigo pesar 1,200 gramos. Cada porción será para sembrar una caja.

Ponerlo dentro de un balde con capacidad para 5 litros de agua.

c. En caso de que el agua no sea potable desinfectarla con cloro. Se aplica un mililitro por litro de agua y se deja reposar durante 15 minutos y después se lava la semilla y se le pone agua limpia sin cloro.

d. Dejar el grano remojando durante 24 horas.

E. Escurrir el agua y el grano completamente seco, dejarlo en reposo durante 48 horas en un lugar oscuro.

Después de reposo sembrar en las cajas de plástico poniendo el grano uniformemente en el fondo de la caja.

En un plazo de ocho días tendremos el grano germinado listo para dar a los animales.

**Figura:4 Germinación de la semilla**

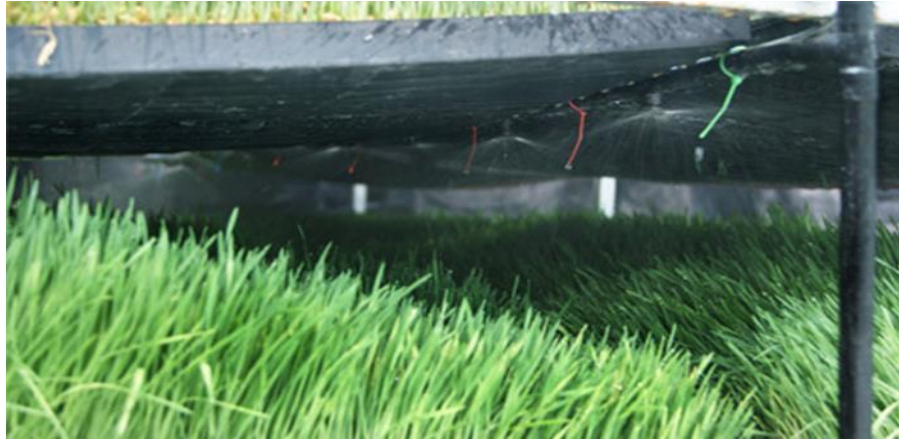


**Figura: Cesar Alvarez 2012**

### **2.6.1 Actividades rutinarias.**

Las operaciones diarias serán; recolección del forraje verde, limpieza de baldes y cajas, limpieza del grano, poner grano en agua, poner grano en reposo y regar según necesidad del grano.

**Figura:5 Desarrollo de forraje**



**Fuente: Elias Rios**

### **2.7 Alimentación animal**

Los animales son organismos heterótrofos. Dependen de una o más especies distintas para su nutrición. Los alimentos son transformados en nutrientes mediante la digestión. El régimen alimentario, ya sea carnívoro o herbívoro, tiene una gran influencia en el comportamiento animal, y determina su condición de depredador o presa en la cadena trófica. Pueden tener un comportamiento alimentario omnívoro o más específico, como folívoro, piscívoro, carroñero, nectarívoro, saprófago, etc. Tal como otros animales, el hombre depende de su ambiente para asegurar sus necesidades fundamentales de alimento. (www. Fao.org. Alimentación animal)

### **2.8 Alimentación**

Es la combinación más adecuada de alimentos para cumplir con los requerimientos diarios necesarios para realizar una función fisiológica adecuada, por ejemplo, una ración balanceada. <https://es.wikipedia.org.:wiki>. Alimentación

### *2.8.1 Alimento*

Se denomina así a cualquier comida o bebida que los animales ingieren para satisfacer el apetito, hacer frente a las necesidades fisiológicas del crecimiento y de los procesos que ocurren en el organismo, y suministrar la energía necesaria para mantener la actividad y la temperatura corporal.

### *2.8.2 Nutrición animal*

Los animales, como todos los seres vivos, deben tomar del medio exterior las sustancias necesarias para mantener sus estructuras y realizar sus funciones.

Estas sustancias reciben el nombre de nutrientes y el conjunto de procesos que llevan a cabo para obtenerlas y utilizarlas se llama nutrición.

Los animales son seres heterótrofos, lo que quiere decir que necesitan alimentarse de materia orgánica ya elaborada (alimento), producida por los seres autótrofos. Al tener que tomar sustancias orgánicas ya elaboradas, los animales deben "hacerlas suyas", es decir incorporarlas a su organismo para poder utilizarlas. Surge así la necesidad de un aparato digestivo que transforme esta materia vegetal o animal, en pequeñas moléculas asimilables por las células del organismo.

Si el organismo es complejo, para llevar el alimento a las células de su cuerpo precisa de un sistema de transporte: el aparato circulatorio.

La utilización de los nutrientes por las células para obtener energía, implica la necesidad de O<sub>2</sub>. Por tanto, el O<sub>2</sub> procedente del exterior debe incorporarse al organismo problema que se resuelve a través del aparato respiratorio.

Las células del organismo, realizan entonces con los nutrientes y el O<sub>2</sub> los procesos metabólicos para obtener la materia y la energía necesarias.

En estos procesos, además del CO<sub>2</sub>, se producen otras sustancias de desecho, que deben ser eliminadas, lo cual implica la necesidad de un aparato excretor

Para realizar la nutrición, el organismo necesita por tanto cuatro aparatos:

1. Aparato digestivo: se encarga de tomar el alimento del exterior, digerirlo y absorberlo.
2. Aparato circulatorio: transporta, por el interior, todos los productos digeridos y absorbidos, así como los desechos originados en los procesos de nutrición.
3. Aparato respiratorio: toma el oxígeno del aire y expulsa el CO<sub>2</sub> sobrante.
4. Aparato excretor: concentra y expulsa al exterior las sustancias tóxicas producidas en las funciones de nutrición.

### *2.8.3 Procesos de la nutrición animal.*

Se pueden considerar las siguientes etapas:

#### 1. Ingestión de los alimentos

Consiste en la incorporación de los alimentos mediante los órganos situados en la boca o en sus proximidades.

Los alimentos pueden ser:

- Alimentos líquidos.

Muchos animales toman sólo líquidos, como jugo de plantas, sangre o materia animal disuelta. Tienen estos animales, estructuras chupadoras de diversas clases.

- Alimentos de partículas sólidas microscópicas.

En este caso la ingestión se realiza por medio de filtros localizados en la boca y en los cuales quedan retenidas las partículas.

- Alimentos sólidos en grandes fragmentos.

La ingestión se realiza cortando y masticando. Las estructuras que realizan este proceso son las mandíbulas y los dientes.

## 2. Digestión

Consiste en la transformación de las macromoléculas componentes de los alimentos en moléculas sencillas, que pueden ser absorbidas y utilizadas por las células del propio organismo.

Dependiendo de la complejidad de los animales, la digestión puede ser:

- Digestión intracelular. Propia de organismos unicelulares (protozoos) y de algunos pluricelulares sencillos, como las esponjas. Al carecer de medio interno, la digestión se efectúa dentro de las células y los lisosomas vierten sus enzimas digestivos a las vacuolas digestivas. Después de realizar la digestión, los productos de desecho se expulsan al exterior por una vacuola fecal.
- Digestión mixta. Algunos metazoos inferiores, como los *celentéreos* tienen una digestión en parte intracelular y en parte extracelular. Estos animales poseen, tapizando la cavidad gástrica, unas células secretoras de enzimas. Los alimentos llegan a dicha cavidad y empiezan a ser digeridos (digestión extracelular). Las partículas parcialmente digeridas son fagocitadas por otras células de la pared de la cavidad gástrica, terminando allí la digestión (digestión intracelular). Los residuos se expulsan a la cavidad gástrica y posteriormente al exterior.
- Digestión extracelular: Característica de animales superiores, que tienen un *tubo digestivo* dividido en varias partes, en cada una de las cuales se segregan distintos enzimas digestivos específicos. La digestión, por tanto, se va realizando de una forma gradual. Es el aparato digestivo que veremos con más detalle.
- 

## 3. Transporte de los alimentos digeridos a las células

Una vez transformados los alimentos en sustancias asimilables, la sangre y el aparato circulatorio tienen la misión de transportar estas sustancias a todas las

células.

En este proceso, el aparato respiratorio es el encargado de llevar el oxígeno a las células.

#### 4. Metabolismo celular

Las moléculas nutritivas digeridas y transportadas por la sangre, son transformadas en el interior de la célula en energía (catabolismo) o bien utilizadas para la síntesis de moléculas más complejas (anabolismo).

5. Excreción Por último, los residuos metabólicos son expulsados al exterior por medio del aparato excretor.(<https://www.aragon.es.Nutricion animal>)

## **2.9 Experiencias de uso en borregos**

Tenemos el uso del germinado en borregos donde se muestra el trabajo de 80 días de alimentación en animales en desarrollo.

El aumento de peso fue muy similar en el grupo de prueba que en el grupo testigo alimentado con alimento balanceado.

Aunque estamos repitiendo estos trabajos con los avances que tenemos podemos afirmar que los germinados pueden ser una solución para la nutrición de borregos en épocas críticas.

**Figura:6 Ganado consumiendo forraje hidropónico**



**Fuente: Alfredo Cordova 2006**

### ***2.9.1 Experiencias con ovinos***

En el rancho La Calerita, Sindicatura de Jesús María, del municipio de Culiacán, de mayo a junio del 2000 se germinaron diariamente 50 kilos de maíz, produciendo de 300 a 500 kilos diarios de forraje verde. Con eso se alimentaron durante 110 días a un grupo de más de 200 ovejas.

**Figura:7 Ovinos consumiendo forraje hidropónico**



**Fuente: Fidel Rivera 2007**

### ***2.9.2 Experiencias de uso en conejos***

En la tesis conversión alimenticia y comportamiento de conejos alimentados con germinado de maíz, presentada por Miguel Ángel Gastelum Delgado se encontró que la conversión alimenticia fue de 69044 gramos de germinado por un gramo de aumento de peso, y de 16.45 gramos de alimento balanceado por gramo de ganancia y con costo de 5.8 veces más que alimentando con germinado.

**Figura:8 Conejos consumiendo forraje hidropónico**



**Fuente: Gladis Cornejo**

### ***2.9.3 Experiencia con ganado lechero***

Hay muchas expectativas con la suplementación de forraje verde hidropónico para las vacas lecheras. Hay reportes que vacas de doble propósito que se ordeñan una vez al día aumentan su producción en 4 litros de leche con darles el producto de dos kilos de grano.

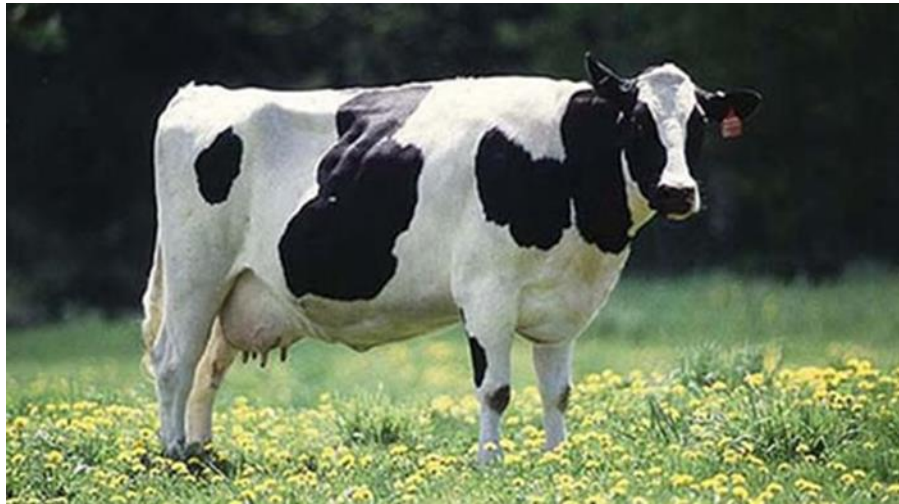
Esperamos pronto dar seguimiento a un programa de medición de alimentar con forraje hidropónico dejando de testigo un grupo de vacas con alimentación normal.

Con el Sr. José Sánchez de la Cuesta de la Higuera en Guamúchil se alimentó de enero a marzo del 2000, a un grupo de vacas de doble propósito. El germinado sustituyó al salvado de trigo y no se bajó la producción de leche.

Debido a que se terminó el grano de trigo apropiado para germinar, el trabajo se suspendió.

En este rancho se observaron problemas con pájaros y el problema se solucionó con malla semisombra, también hay problemas con ratas, las cuales les gusta mucho el germinado sobre todo de dos días.

**Figura:9 Ganado lechero**



**Fuente: José Sánchez 2000**

## **2.10 Formas de proporcionarlos a los animales.**

### **A cabras y ovejas**

Voltear la caja y sacar el germinado, se cortan cuadros de 3 cm. por 5 cm. y darlo en los comedores.

### **Conejos**

Cortar los cuadros de 10 cm por 10 cm.

### **Vacas**

Hacer los cuadros de 10 cm por 15 cm. (Forraje Verde Hidropónico para la alimentación de animales. [www.infopastosyforrajes.com](http://www.infopastosyforrajes.com))

**Cuadro N° 4. Dosis de FVH recomendadas según especie animal**

<b>Especie Animal</b>	<b>Dosis de FVH kg por cada 100 kg de Peso Vivo.</b>	<b>Observaciones</b>
Vaca Lechera	1 – 2	1 – 2 Suplementar con paja de Cebada y otras fibras.
Vacas Secas	0,5	Suplementar con fibra de buena calidad.
Vacunos de Carne	0,5 – 2	Suplementar con fibra normal.
Cerdos	2	Crecen más rápido y se reproducen mejor.
Aves	25 kg de FVH/100 kilos de alimento seco.	Mejoran el factor de conversión.
Caballos	1	Agregar fibra y comida completa. Mejoran performance en caballos de carrera, paso y tiro
Ovejas	1 – 2	Agregar fibra.
Conejos	0,5 – 2 (*)	Suplementar con fibra y balanceados.

**Fuentes: Less, 1983; Pérez, 1987; Bravo, 1988; Sánchez, 1997; Arano, 1998.**

(\*=conejos en engorde aceptaron hasta 180-300 g FVH/día (10-12% del peso vivo); ingesta de las madres en lactancia= hasta 500 g FVH/día.)

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA**

#### **3.1 Características de la zona**

##### **3.1.1 Localización**

El área del proyecto está ubicada en la provincia Chapare, del Departamento de Cochabamba, geográficamente se encuentra ubicada en el municipio de Sacaba en la zona de Chimboco, se encuentra a 12 Km de la ciudad de Cochabamba, a una altura de 2750 msnm.

##### **3.1.2 Instalaciones:**

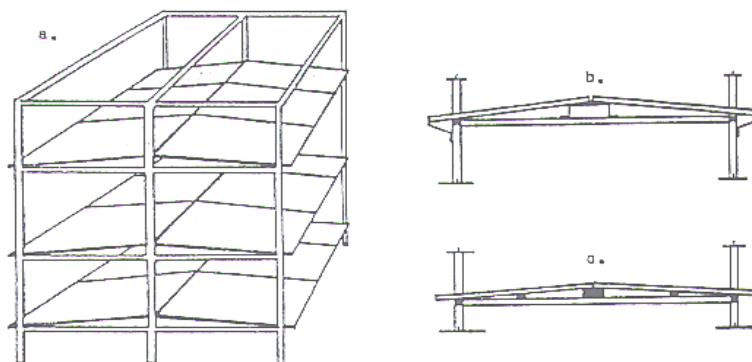
El presente trabajo, se realizó en los ambientes del vivero forestal de la alcaldía en un tamaño de 3x3 con una infraestructura para 6 charolas

##### **3.1.3 Materiales y equipos**

###### **3.1.3.1 Material de campo:**

- Bandejas de plástico
- Regla
- Balanza
- Bolsa de pesaje
- Cámara fotográfica
- Estante y/o Infraestructura para las charolas

**Figura:10 Estantería de tres niveles para producción forraje hidropónico**



*a: Módulo o estantería de 3 niveles y 18 bandejas individuales.*

*b y c: Perfil de bandejas con pendiente longitudinal sobre soportes que marcan distintos grados de pendientes.*

**Fuente: Sánchez, 1997**

### 3.1.3.2 *Insumos*

- Agua
- Desinfectante

### 3.1.3.3 *Material de gabinete*

- Computadora
- Hojas bond
- Cuaderno de campo
- Marcadores
- Bolígrafos
- Calculadoras

### 3.1.3.4 *Material biológico*

- Semilla de Avena
- Semilla de Cebada

### 3.1.4 Metodología.

**Cuadro N° 5. Proceso para realizar el forraje hidropónico**

ETAPA		ACTIVIDAD
Selección de semilla		Adquirir semillas no tratadas, sin preservantes ni resinas externas. Se recomienda el uso de semillas de cebada y maíz por su bajo costo.
Lavado de Semilla		Las semillas son sumergidas en agua para el retiro de impurezas visibles y granos partidos. Luego son desinfectadas en agua con lejía (10 mililitros de lejía por litro de agua) por un espacio de 1 a 2 minutos.
Pre germinación (25 horas)		Las semillas reciben: Primer remojo (12 horas) Oreja (1 hora) Segundo remojo (12 horas)
D E S A R R O L L O	Siembra-Germinación (1-2 días)	Las semillas una vez remojadas con colocadas en las bandejas de 40 x 60 cm bajo penumbra, usando 1.25 Kg de semilla. Se observa una germinación del 96% en los granos.
	Crecimiento (10 días)	Una vez germinada la semilla, esta empieza a recibir riego con agua y nutrientes ( Sol. A 1.25 cc y Sol. B 0.5 cc por litro de agua). Ocho riegos diarios los primeros 5 días y cuatro riegos diarios los últimos 5 días.
	Limpieza-Cosecha (2 días)	Los 2 últimos días solo se riega con agua para desmineralizar la base radicular. La cosecha se da cuando el forraje tiene una altura de 20 a 25 cm. Una vez cosechado el forraje hidropónico debe ser oreado unas 2 a 3 horas antes de ser proporcionado al cuy.

**Fuente: Arano, 1998.**

### 3.1.5 Croquis de campo: Tratamientos

**Cuadro N° 6. Tratamiento de semillas**

TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
Semilla de avena	Semilla cebada

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.1.6 Tratamientos

T1. = Semilla de avena en una cantidad de ½ libra

T2 = semilla de cebada en una cantidad de ½ libra

### 3.1.7 Área experimental

Se han construido la infraestructura metálica para la producción de 6 bandejas con un sistema de riego continuo es decir estructura para colocar las bandejas con pendiente y tenga un riego continuo,

### 3.1.8 Riego

Se ha realizado un riego de 3 veces al día en una cantidad igual a 1 litro por bandeja, y ver cuál de los dos desarrolla más y determinar el tamaño en el tiempo de 3 semanas de estudio.

### 3.1.9 Variables de respuesta

#### 3.1.9.1 *Tamaño de desarrollo de la avena*

Con la ayuda de una regla, se procedió a determinar la altura de crecimiento para lo cual se ha tomado datos cada 3 días hasta la conclusión del estudio

#### 3.1.9.2 *Tamaño de desarrollo de la cebada*

Al igual que el anterior se ha procedido a determinar la altura de crecimiento con la ayuda de una regla para lo cual se ha tomado datos cada 3 días hasta la conclusión del estudio

### 3.1.9.3 *Enfermedades*

Se ha realizado una observación detallado en el desarrollo de crecimiento de cada uno de los tratamientos determinando las enfermedades posibles que puedan influir en su desarrollo hasta terminar el estudio.

## **3.2 RESULTADOS ESPERADOS.**

Los resultados esperados que se obtuvieron en el presente ensayo son los siguientes:

### 3.2.1 *Comportamiento evolutivo del desarrollo de las dos gramíneas desde el inicio hasta la conclusión del estudio.*

El comportamiento evolutivo se evaluó de acuerdo a la altura de desarrollo de las dos especies de gramíneas, se calcularon promedios para cada tratamiento

### 3.2.2 *Rendimiento de desarrollo en altura de la avena determinando datos cada semana o 7 días, hasta la conclusión del estudio*

En esta fase, se efectuó el análisis del promedio obtenido a la semana se detalla en el siguiente cuadro N° 1

**Cuadro 2 Tratamiento 1**

<b>TRATAMIENTO 1</b>	
<b>ESPECIE: AVENA</b>	<b>ALTURA PROMEDIO (Cm)</b>
1ra semana	5
2da semana	15-20
3ra semana	20-25

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro 2. Se observa una presencia significativa por lo que en esta especie a la semana del sembrado se ha determinado la variable de la altura con un promedio inicial de 5 cm. Para la segunda semana llegaron a desarrollar de 15 a 20 cm. Y para la tercera semana desarrollaron de 20 a 25 cm. Para luego dejar de regar y hacerlo orear para que no pueda producir enfermedades fungosas que podrían ser mortales para los animales.

*3.2.3 Rendimiento de desarrollo en altura de la cebada determinando datos cada semana o 7 días, hasta la conclusión del estudio*

En esta fase, se efectuó el análisis del promedio obtenido a la semana se detalla en el cuadro siguiente

**Cuadro N° 2 Tratamiento 2**

<b>TRATAMIENTO 2</b>	
<b>ESPECIE: CEBADA</b>	<b>ALTURA PROMEDIO (Cm)</b>
1ra semana	3-5
2da semana	10-15
3ra semana	25

**Fuente: Elaboración propia**

En el cuadro 3. Se observa también una presencia significativa por lo que en esta especie por lo que ha germinado en 2 días con un desarrollo inicial de 3 a 5 cm. En la primera semana, para la segunda semana ha desarrollado de 10 a 15 cm y para la tercera semana se tuvo un desarrollo de 25 cm para luego dejar de regar volcándolo el colchón y hacerlo orear para luego dotar a los animales.

*3.2.4 Cosecha del forraje hidropónico.*

Una vez concluido el desarrollo de las tres gramíneas se ha realizado el peso con los siguientes datos:

**Cuadro N° 4 Peso en Verde**

<b>ESPECIE</b>	<b>PESO EN VERDE (Kg)</b>
AVENA	1.4
CEBADA	1.5

**Fuente: Elaboración propia**

Como se observa en el cuadro 4. Se tiene que la cebada tiene un mejor desarrollo y como también para la dotación a los animales por qué se debe dotar una vez oreado y no directamente porque tendríamos problemas de timpanismo

#### *3.2.5. Mortalidad y enfermedades en el desarrollo.*

Enfermedades y mortalidad en el desarrollo del estudio no se observó ninguno podría ser por lo que el tiempo es corto como también el riesgo oportuno al ensayo o estudio

#### *3.2.6 Costos de producción*

Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, que se presenta por su importancia, revela que, considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente.

Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del FVH es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida

del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio

Los costos de producción se detallan en el cuadro siguiente

**Cuadro N° 5 Costo de producción en la producción de forraje hidropónico de tres variedades**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD (Kg)</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Bandejas de plástico	6	10	60
Infraestructura para la producción	1	60	60
Costo de semilla de avena	15	2	30
Costo de semilla cebada	15	1.5	22.5
Mano de obra	4	50	200
<b>TOTAL</b>			<b>312,5</b>

**Fuente: Elaboración propia**

### **3.2 CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a las siguientes conclusiones:

- Se obtuvo forrajes con una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo a bajo costo para una alimentación animal sostenible.
- Es altamente digestible y nos provee de una muy buena y alta calidad alimenticia

- Es una excelente fuente proteica y vitamínica, lo cual denota su buen valor nutritivo
- Es una estrategia de producción de biomasa vegetal que baja los costos fijos de la alimentación animal, sobre todo aquella que se realiza utilizando como insumo fundamental el concentrado;
- El FVH no intenta competir con los sistemas tradicionales de producción de pasturas, pero sí complementarla especialmente durante períodos de déficit
- El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional.
- Nos ofrece una disponibilidad de forraje verde fresco todo el año, independiente de los problemas climáticos que sucedan.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda la producción de FVH con la gramínea de avena y cebada por lo que el costo en semilla es más bajo con relación a otras gramíneas.

De las dos gramíneas el FVH de Cebada es más económico en su producción y rentable y fácil desarrollo

El FVH resulta una tecnología apta para su implementación y uso a nivel de pequeños productores pecuarios. De igual forma, el sistema FVH posibilita regularizar la entrega de forraje a los animales posibilitando "stockear"

## FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFIA

- Arano. Carlos (1998) Forraje Verde Hidropónico y Otras técnicas de cultivo sin tierra Provincia de Buenos Aires, Argentina, email:arano@aenet.com.ar
- Alfonso Vigo Quiñones, 2000. Crianza de Cuyes - Forraje Verde Hidropónico, Instituto de Educación Superior Tecnológico Huando - Huaral
- file:///D:/Documents%20and%20Settings/U1/Mis%20documentos/forraje%20hidropónico/FORRAJE%20VERDE%20HIDROPONICO%20-%20hidroorgan.htm
- [https://es.wikipedia.org.:wiki. Alimentación](https://es.wikipedia.org/wiki/Alimentación)
- [https://www.aragon.es.Nutricion animal](https://www.aragon.es/Nutricion)
- Forraje Verde Hidropónico, Manual Técnico (2001) TCP/ECU/066(A)  
“Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA” Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Janner Eduardo. (2000) Tesis, Determinación del Rendimiento de Granos Germinados para uso Forrajero en Maíz y Trigo en dos densidades de Siembra. Camargo Perea, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía
- Tarrillo, Omar. 2010, Producción forraje verde hidropónico.
- MIRANDA R. Leonardo CURSO SOBRE LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO. *INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA* Sicuani

- Zevallos Santillán, David. 1997. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de conejas durante el empare, gestación y lactación. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- [www.fao.org](http://www.fao.org). Alimentación animal
- [www.infopastosyforrajes.com](http://www.infopastosyforrajes.com) (Forraje Verde Hidropónico para la a Alimentación de Animales)

# ANEXOS

## Anexo 1

### Proceso de desarrollo del forraje verde de la practica realizada



**Semillas de avena y cebada remojando**



**Semillas oxigenándose**



**Semillas de avena y cebada germinando**

**Anexo:2**



**Semillas en desarrollo**



**Semillas forrajeras en desarrollo ya verde**



**Forraje verde desarrollado**



**Forraje verde desarrollándose en la estructura de crecimiento**

Anexo:3

## PRODUCCION DE FORRAJE INDUSTRIAL



Forraje estocado en bandejas



Forraje hidropónico en desarrollo



Forraje verde en desarrollo



Observado que está listo para cosechar



Listo para cosechar el forraje verde