



Viabilidad técnica en producción de forraje verde hidropónico en base a cebada (*Hordeum vulgare*) costa central – Perú

Technical feasibility of hydroponic green fodder production based on barley (*Hordeum vulgare*) central coast – Peru

Edgardo Arturo Vilcara Cardenas

<https://orcid.org/0000-0003-4486-3169>

Universidad Nacional Agraria La Molina

eavilcara@lamolina.edu.pe

Pablo Pampa Huanca

<https://orcid.org/0009-0003-8748-5628>

Universidad Nacional Agraria La Molina

ppampa25@gmail.com

Recibido: 25/03/2023

Aceptado: 29/05/2023

Publicado: 15/06/2023

Cita en APA: Vilcara Cardenas, E. & Pampa Huanca, P. (2023). Viabilidad técnica en producción de forraje verdehidropónico en base a cebada (*Hordeum vulgare*) costa central - Perú. *Revista Latinoamericana De Ciencias Agrarias*, 1(1), 15–30.



Resumen

El presente estudio fue realizado con la finalidad de determinar la viabilidad técnica en la producción de forraje verde hidropónico (FVH), en base a cebada (*Hordeum vulgare*) para satisfacer las necesidades nutritivas del ganado ovino, sin embargo, también se puede usar en vacas lecheras, equinos o cuyes. Esta monocotiledónea, perteneciente a la familia Poaceae, fue escogida por sus bondades forrajeras, que incluyen rápido crecimiento y desarrollo, así como una alta palatabilidad, razones por las que este cultivo es considerado el FVH más común, ya que también se puede hacer FVH de maíz, sorgo u otra gramínea.

La producción que se realizó en un ambiente controlado se obtuvo un forraje limpio, libre de agroquímicos y pesticidas, por lo tanto, la finalidad fue reducir el costo de las aplicaciones periódicas que se emplearon para la producción de forraje convencional bajo condiciones de campo.

El presente estudio fue desarrollado en el distrito de Chorrillos, Provincia Lima, Departamento Lima, debido a la cercanía a la zona de crianza, fácil accesibilidad a la zona de producción y por las posibilidades de evaluar dicho modelo, para zonas con condiciones climáticas similares. El análisis técnico determinó que la producción de FVH es factible dada la sencillez, flexibilidad en su tecnología y por la eficiencia en el uso del área. Asimismo, la biomasa obtenida es de alta calidad y palatabilidad para el ganado ovino; por lo tanto, la producción de FVH en invernadero, constituye una alternativa de producción forrajera, con uso eficiente del área y recurso hídrico.

Palabras clave: Forraje, Hidroponía, Viabilidad, FVH, Germinado

Abstract

The present study was carried out with the purpose of determining the technical viability in the production of hydroponic green fodder based on barley (*Hordeum vulgare*) to meet the nutritional needs of sheep. This monocotyledonous plant, belonging to the family Poaceae, was chosen for its fodder goodness, which presents rapid growth and development, as well as high production of forage and palatability.

The present study was developed in the district of Chorrillos, Province Lima, Peru. Due to the proximity to the breeding area, easy accessibility to the production area and to the possibilities of replicating this model in various perimeter zones of Lima and other provinces. The technical analysis determined that the production of hydroponic green forage is feasible given the simplicity and flexibility in its technology. Likewise, acceptance by sheep and their rearing benefits constitute this form of forage production, as an efficient alternative in the use of space and economy of the water resource.

Keywords: Forage, Hydroponics, Feasibility, FVH, Pasture, Sprouted

Introducción

Los alimentos, que son consumidos en amplitud, tienen su origen en las gramíneas. Granos de maíz en América, arroz en Asia, centeno, trigo, cebada, avena en Europa, los sorgos en África y la India, los cuales han conformado la base dietética de carbohidratos en el ser humano. La carne, sin embargo, constituye una fuente de proteínas y grasas obtenidas de los animales, cuya crianza ha sido posible, durante largos periodos, gracias a los pastos naturales y/o pastos cultivados; los cuales son conformados mayormente por gramíneas.

La disposición de estos pastizales ha sido motivo de búsqueda e invasiones a lo largo de la historia y el no disponer de este recurso a llevado a situaciones de desbalance dietético, hambruna y/o muerte. Según (Barnard y Frankel, 1964). Es probable que el futuro de la civilización dependa en gran medida de la capacidad del hombre en poner estos recursos básicos en función de su alimentación.

En la sierra central del Perú, se presenta una época lluviosa, con una duración que varía de 4 a 6 meses, en la cual se dispone de pasto abundante. Sin embargo, también presenta una época seca, en la cual la lluvia escasea por espacio de 6 a 8 meses al año. Es por esta razón que se aprovecha la temporada lluviosa, favorable para el desarrollo de los pastos, a fin de poner a disposición del ganado, el forraje que necesitan. Sin embargo, durante la época de sequía y bajo los efectos de las heladas se ralentiza el crecimiento de los granos, lo que reduce el forraje disponible para el herbívoro y provoca hambre en el ganado, disminuyendo su producción de carne y leche, así como su producción en lana y fibra. Asimismo, bajo estas condiciones, los animales se hacen más propensos al padecimiento de enfermedades, abortos y muerte, lo cual perjudica seriamente la subsistencia y economía de los ganaderos.

En la costa central, Provincia de Lima, Región Lima, existe escasez del recurso forrajero debido a la disminución del área agrícola y del recurso hídrico, estos constituyen una limitante para el desarrollo de las crianzas en la costa, incluso actualmente una parte del forraje para las crianzas de la región Lima, proviene de otras regiones cercanas.

Bajo estas condiciones; la producción de forraje verde para el ganado de la costa, hace necesario el desarrollo de estrategias productivas que aprovechen mejor el espacio y el escaso recurso hídrico, siendo la producción de FVH una alternativa viable.

El objetivo de este trabajo es estimar los costos de producción en un sistema FVH, momento óptimo de la cosecha y rendimiento.

Revisión de literatura

Forraje Verde Hidropónico

Producido a partir de la germinación de semillas de cereales y/o leguminosas, "FVH" significa "Forraje Verde Hidropónico", con o sin empleo de solución nutritiva, y bajo condiciones controladas, como temperatura, radiación solar, humedad, etc. (Pampa, 2015). Por su parte FAO (2002), indica que el FVH, es una biomasa vegetal producto de la germinación de semillas, que logran su crecimiento utilizando como sustrato sus propias raíces.

Este forraje requiere menor cantidad de agua, área de terreno y tiempo para su producción, que los forrajes convencionales. Su periodo de cultivo es de 14 días, en este periodo, la presencia de plagas y enfermedades, es prácticamente nula, siempre y cuando el proceso sea óptimo. Asimismo, puede ser producido de forma programada y acorde a la demanda del productor a lo largo de todo el año, según indica, (Pampa 2015).

FAO (2002), indica que los cambios químicos que se producen en la semilla durante la germinación activan una poderosa fábrica de enzimas que nunca se supera en ninguna fase de crecimiento posterior. Esta altísima concentración de enzimas, energética y proteica, actúa sobre las diferentes funciones fisiológicas del animal, permitiendo un máximo de rendimiento.

En esta forma de producción se puede hacer uso de diversos tipos de semillas, entre ellas, cebada, trigo, avena, arroz, maíz, entre otros, dependiendo de la calidad de semilla y disponibilidad del productor; El FVH,

Este forraje puede emplearse para alimentación de ganado bovino, ovino, caprino, equino, conejos y cuyes, en los cuales se evidencia rápido desarrollo y ganancia de peso, debido a su bajo contenido de fibra y su alto valor nutritivo, se ha utilizado con mucho éxito, para mezclarlo con rastrojos de cosecha de cereales, balanceando nutricionalmente la mezcla final.

Valor Nutritivo y Calidad del FVH

Pampa (2015), indica que el FVH, es el 1er forraje de alta calidad y se fundamenta en lo siguiente:

- a. Los componentes proteicos y carbohidratos contenidos en la semilla, son movilizados por el proceso de germinación y se transforman en aminoácidos y azúcares simples como maltosa y fructuosa, que son más asimilables.



- b. Con el desarrollo de las primeras hojas y en presencia de los rayos solares, se sintetizan abundantes vitaminas y antioxidantes como la Vitamina C, todas las vitaminas del complejo B, vitamina E, A, Colina y otros.
- c. Las sales minerales (calcio, fósforo, hierro, potasio y magnesio) también se incrementan considerablemente, y sobre todo se hacen biodisponibles.
- d. Por el proceso de fotosíntesis, en las hojas ocurre la producción de clorofila, la cual, por tener una estructura similar a la hemoglobina, actúa como reconstituyente anti anémico.
- e. Los ácidos y las toxinas que puede estar presente en la cobertura de la semilla, se descomponen y se vuelven inocuos para el ganado.

En el cuadro 1, se hace una comparación del FVH con otros alimentos

Cuadro 1:

Comparación entre las características del FVH (Cebada) y otras fuentes alimenticias.

Parámetro	FVH (Cebada)	Concentrado	Heno	Paja
Energía (kcal/kg MS)	3.216	3,000	1,680	1,392
Proteína Cruda (%)	25	19	9,2	3,7
Digestibilidad (%)	81.6	80	47,0	39,0
Kcal Digestible/kg	488	2,160	400	466
KG Proteína Digestible/Tm	46.5	216	35,75	12,41

Fuente: Sepúlveda, Raymundo. 1994.

Cuadro 2:*Análisis de componentes menores del FVH*

Valor Nutricional	Materia Seca	18.6%
	Proteína	16.8%
	Energía	3.216
	Metabolizable	Kcal/Kg.M.S.
	Digestibilidad	81 - 90 %
Vitaminas	Caroteno	2.1 ul/kg
	Vitamina E	26.3 ul/Kg.
	Vitamina C	45.1 mg/Kg
Minerales	Calcio	.104%
	Fósforo	.47 %
	Magnesio	.14%
	Hierro	200 ppm
	Manganeso	300 ppm
	Zinc	34.0 ppm
	Cobre	8.0 ppm

Fuente: López-Aguilar et al. 2009

Las mejoras más notables al incorporarse FVH a la dieta de los animales, en el incremento de la producción lechera, ganancia de peso, y mejoras en la fertilidad; del mismo modo, se observó que existe una menor incidencia de enfermedades.

Cebada (*Hordeum vulgare*)

Según Nestares (2014) se pueden encontrar numerosas variedades de cebada de pelo largo en Etiopía y el norte de África, considerados los lugares de nacimiento de la especie. Este cereal es una monocotiledónea, familia Poaceae, perteneciente al género *Hordeum*. (Ver cuadro 3.1) Siendo el cereal forrajero más precoz.

La cebada dispone de un sistema radicular superficial, pudiéndose introducir 25 cm. en el suelo, posee un tallo de 60 a 80 cm. y sus hojas se originan de cada nudo tratando de cubrir el tallo.



Actualmente este cultivo se encuentra más extendido que el de muchos cereales, pudiendo establecerse a mayores alturas y en lugares inadecuados para el maíz y el trigo.

Cuadro 3

*Clasificación taxonómica de la Cebada (*Hordeum vulgare*)*

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae</i>
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie:	<i>vulgare</i>

Fuente: Rasmusson 1985

Método y Materiales

Generalidades

La presente evaluación de viabilidad técnica para la producción de FVH se llevó a cabo, En la granja del Centro Nacional de Productos Biológicos (CNPB) del Instituto nacional del Instituto Nacional de Salud (INS), con sede en el distrito Chorrillos, Provincia de Lima. Entre febrero y mayo de 2014. Para mejorar la salud pública, el CNPB desarrolla, ensaya y distribuye productos biomédicos para el diagnóstico, el tratamiento y la prevención de enfermedades.

El INS solicitó a CWD - Perú SAC la instalación de un invernadero para la producción de FVH debido a la alta calidad del forraje y la reducción de tierras agrícolas como parte de sus esfuerzos en curso para mejorar el Sistema de Gestión de Calidad a nivel del CNPB.

Los animales, incluidos cerdos, caballos, pollos y conejos, encuentran el FVH apetecible porque tiene un sabor y una textura agradables y está enriquecido con nutrientes como enzimas digestivas, antioxidantes, aminoácidos, vitaminas, y una mejor salud del animal por ende una ganancia de peso mayor con menos consumo de alimento (esto se traduce en reducción de costos), no es necesario emplear control químico ya que se ha comprobado que productos químicos tales

como insecticidas poseen un efecto residual que a la larga pueden perjudicar la salud de los animales, al ser consumidos por estos.

El espacio requerido para la implementación del invernadero es de 300 m², ubicado en la granja del CNPB, en el cual se dispuso 3 ambientes para cada etapa del proceso, ambiente #1 de remojo y pre-germinación de la semilla, ambiente #2 germinación y cámara oscura y el ambiente #3, de crecimiento y acabado del FVH. El invernadero tiene una capacidad de 2000 bandejas y una producción de 0.9 Tm de FVH / día, sin embargo, para este estudio solo se utilizó la mitad de su capacidad instalada.

Durante todo este periodo, el personal ha trabajado en condiciones de asepsia, equipo de protección, y contó con capacitación y monitoreo constante para la producción del citado forraje.

Objetivos de la implementación del Invernadero

- Contar con un servicio de producción de FVH, que permita reducir el consumo de agua entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca de forraje producido.
- Optimizar el uso de espacio para cultivo de forraje que reducirá el uso del área agrícola en 25 veces.
- Reducir el tiempo de producción hasta 15 días, en comparación con los 3 meses que requiere el sistema convencional, y que pueden ser más dependiendo del clima en épocas frías en donde este periodo de producción se prolonga a 4 meses; por lo tanto, con este sistema estaríamos ahorrando en costos de producción.
- Obtener un forraje verde hidropónico de elevada calidad nutricional e inocuo, sin el uso de pesticidas o insecticidas que pudieran tener un efecto residual que pudiera enfermar a los animales con fines de investigación.

Procedimiento para la producción de Forraje Verde Hidropónico

La producción de Forraje verde hidropónico se realiza de manera escalonada a lo largo de 15 días. El área de producción de FVH está cubierta por medio de malla rashell verde de 65% de pase de luz, en la entrada del invernadero se dispone de un pediluvio con cal para desinfección de calzado.

Según Pampa (2015), los procedimientos, que se ha estandarizado para lograr un FVH en 15 días de proceso, se agrupan en 3 etapas bien diferenciadas y que se describen a continuación.

ETAPA 1: TRATAMIENTO DE SEMILLA (0 – 3 días)

El proceso comienza con la extracción de las semillas durante 24 horas exactas, tras lo cual hay que lavarlas y desinfectarlas con una solución de hipoclorito sódico al 0,1% ("solución leet", que se prepara diluyendo 1 mililitro de hipoclorito sódico por cada litro de agua). Una vez realizado el lavado, se utiliza agua limpia para enjuagar a fondo las semillas.

Después del lavado la semilla se pone en una jaba o balde con huecos. Posterior a ello en el 2do y 3er día, las semillas son regadas 1 vez/día con 2 litros de agua.

ETAPA 2: ÁREA DE GERMINACIÓN (4 - 8vo día)

Al iniciar el 4to día las semillas deben presentar sus primeras radículas de 0.5 a 1.0 cm aproximadamente, lo cual indica que han llegado al punto, preciso para ser sembradas en bandejas hidropónicas (39 x 56 cm) y se siembra en una proporción de 600 a 800 g/ bandeja, equivalente en semilla seca.

El riego en la cámara oscura se realiza por medio de micro aspersores, con una frecuencia de riego de 2 min. cada 6 horas, es decir 4 riegos por día.

Las bandejas permanecerán se ubican en los estantes de germinación ó cámara oscura, por 05 días, para que luego se traslade al área de producción.

ETAPA 3: ÁREA DE PRODUCCIÓN (9 - 15vo día)

Las bandejas de la zona de germinación se trasladan a las zonas de producción tras 8 días de desarrollo; los 6 días restantes se pasan en las zonas de producción. Aquí la iluminación es mejor y la zona se inunda cada cuatro horas durante dos minutos.

En la parte inferior hay un canal colector que dirige el agua hacia una canaleta de desagüe.

Resultados

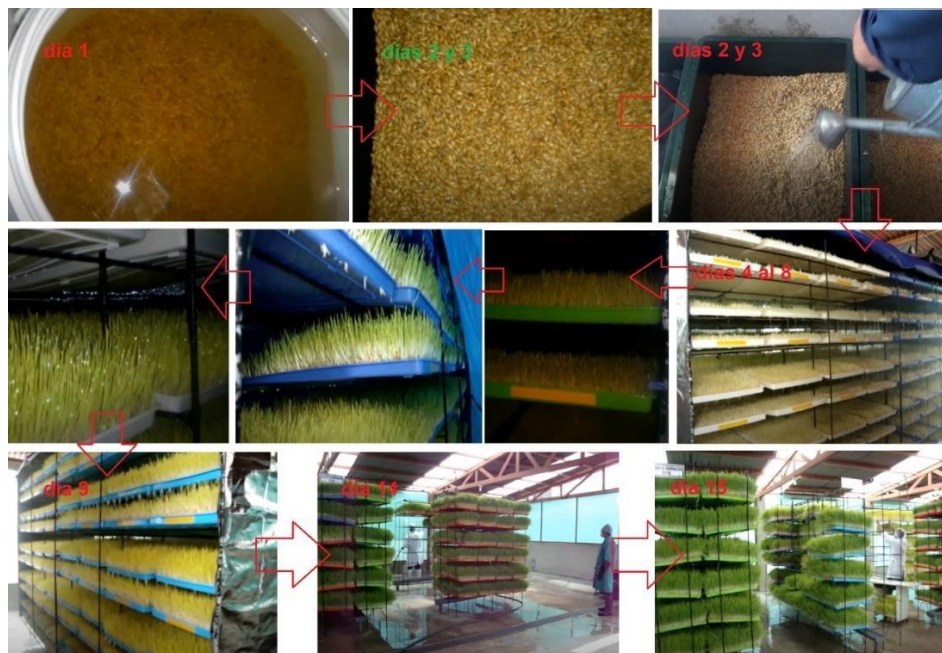
Del rendimiento

Para evaluar el rendimiento del FVH, se utilizaron lotes de 30 kg de semilla, los cuales se sembraron en 38 bandejas hidropónicas, con las cuales se hizo la evaluación de incremento de peso diario, se hicieron 10 repeticiones y el promedio de las mismas se muestra en el cuadro 4.2 y la ilustración 1.

El resultado de rendimiento según el cuadro, indica que con 30 Kg. de semilla se obtiene 214.8 Kg. de forraje verde. Lo cual indica un índice de conversión de 1 a 7.16 veces su masa. Esta cifra señala que por cada kilogramo de semilla empleada se alcanza 7.16 Kg. de forraje verde, consistente en raíces, tallos, hojas y restos de semillas.

Figura 1

Proceso productivo del FVH.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 4

Rendimiento de Forraje verde hidropónico

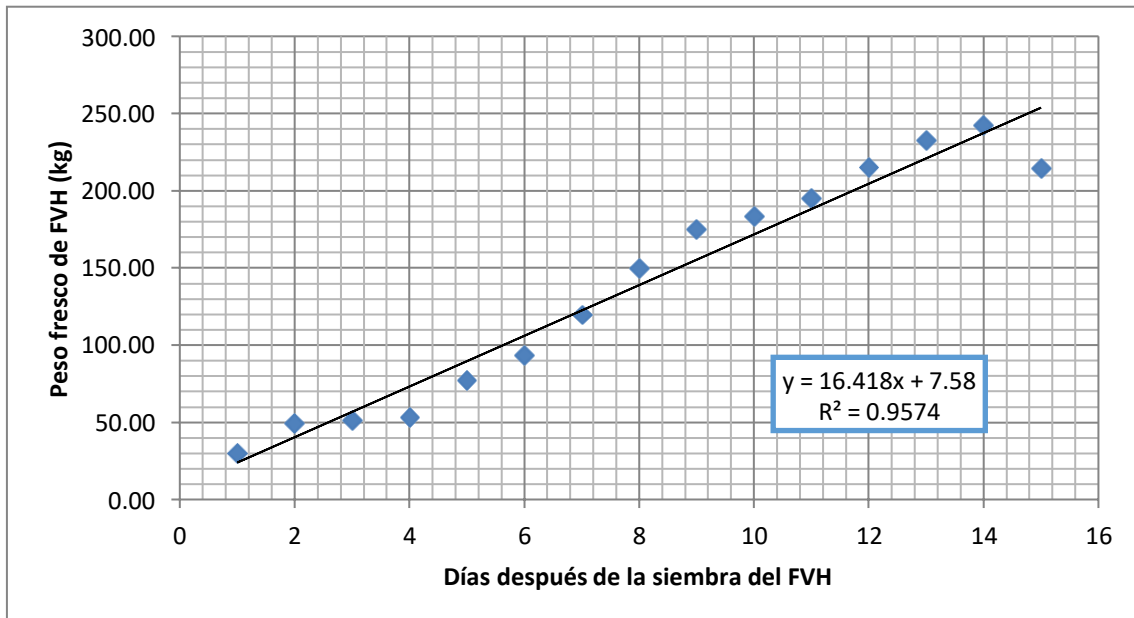
Día	Labor y/o Periodo	Peso (kg.)
1	Remojo y lavado de semillas	30.0
2	Oreo de semillas	49.2
3	Oreo de semillas	51.5
4	Oreo de semillas y siembra - Cámara oscura	53.3
5	Plantas en cámara oscura	77.2
6	Plantas en cámara oscura	93.7
7	Plantas en cámara oscura	119.7
8	Plantas en cámara oscura	150.0
9	Traslado de plantas a estante de crecimiento	175.0
10	Plantas en estante de crecimiento	183.7
11	Plantas en estante de crecimiento	195.0
12	Plantas en estante de crecimiento	215.6
13	Plantas en estante de crecimiento	232.5
14	Plantas en estante de crecimiento	242.6
15	Cosecha	214.8
Rendimiento		7.16

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de crecimiento diario, se realizó la curva de producción estándar del FVH, que se muestra en el gráfico 01. Del mismo gráfico se puede observar que en el día 4 y 5 hay una ligera disminución del crecimiento del FVH, el cual puede verse afectado por el estrés de la manipulación y siembra de la semilla en las bandejas (ancho 39 cm y largo 53 cm) y ubicados en los módulos hidropónicos con capacidad para 64 bandejas cada módulo. Asimismo, que entre los días 14 y 15 hay una disminución del peso del FVH, debido a que existe un proceso de escurrido y eliminación de agua (se deja de regar el penúltimo día), antes de ofrecerlo a los animales.

Gráfica 01

Curva de producción estándar del crecimiento del FVH empezando con 30 kg de semilla de cebada, distribuido en 33 bandejas.



Fuente: Elaboración propia

Del espacio empleado

El área empleada con este sistema fue un invernadero de 300 m², con una capacidad para cosechar hasta 0.9 Mg de FVH por día. Para este estudio solo se trabajó con la mitad del área, logrando producciones y cosechas de 400 kg diarios, ello equivale a una producción mensual de 12 Mg mensuales ó 144 Mg anuales en 300 m² de invernadero. Estas producciones se logran con programación de siembra escalonada para cosechar el FVH todos los días, siempre con un promedio de 14 a 15 días de vida, ello también garantiza la alta calidad de alimento para los animales.

Para evaluar la eficiencia del uso de área, se hace una comparación simple con la siguiente pregunta: ¿Cuánto de área necesitamos para producir 144 Mg anuales de forraje, en sistema convencional en su región o ubicación actual?, es decir en suelo. Y la otra pregunta ¿Una unidad de FVH que se adiciona a la dieta de un animal, que efectos en la producción tiene? (*Una unidad para una vaca podría ser 1 kg, en caso de un animal menor como el cuy puede ser 100g).

Para responder la primera pregunta, tomamos como referencia a un forraje como el maíz chala de la variedad “Dekalb XB 8010”, cuya ficha técnica indica que produce 140 Mg / ha. Pero como dicho cultivo se realiza en un periodo de 5 meses, podemos deducir que para obtener 144 Mg /

año, con el maíz chala, se requiere 0.5 ha y 2 periodos de cultivo en promedio. La conclusión final es que un invernadero de 300 m², dedicada a la producción de FVH se produce la misma cantidad de forraje anual, que produce 1 ha de cultivo de chala en sistema tradicional, es decir en suelo, por lo tanto, la eficiencia en el uso del área se eleva hasta en 30 veces, esta conclusión se obtiene al dividir: 10,000 m² / 3000 m².

De la sanidad

Durante el periodo de cultivo del FVH, no se utilizaron ningún tipo de insecticidas, pesticidas, u abonos foliares, debido a que con un sistema óptimo de cultivo y con un invernadero adecuado, la presencia de plagas y enfermedades es totalmente nula, sin embargo, es necesario indicar que las condiciones de asepsia y limpieza durante todo el proceso es muy necesario, para evitar riesgos de contaminación y la presencia de hongos e insectos.

El resultado final es un forraje limpio e inocuo para los animales que se observa en el vigor de las hojas y en la uniformidad de las bandejas producidas.

De la palatabilidad

Este forraje por haber sido producido en un periodo de 15 días, es tierno y presenta escasa cantidad de lignina y celulosa, presentando además un sabor palatable, lo cual favoreció la aceptación por parte del ganado ovino.

Además, la digestibilidad mejoró (del 30% al 95%) con la adición de FVH en comparación con los granos utilizados anteriormente para el consumo animal.

Costos de producción

Los gastos de capital necesarios para fabricar FVH variarán en función de la calidad y la cantidad del producto. Los pequeños y medianos productores deberían examinar seriamente la FVH como alternativa económicamente viable. La ventaja significativa de este sistema de producción sobre los métodos convencionales de producción de forrajes se muestra en el desglose de costes por el nivel mucho más bajo de costes fijos de producción. Estudios recientes han demostrado que la producción de FVH es lo suficientemente rentable como para mejorar el nivel de vida del productor y el de su familia; también indica que el costo de producción depende principalmente del precio de la semilla en la zona y de la eficiencia en la producción, ya que a mayor rendimiento por kg. De semilla el costo disminuye. (Sánchez, 1997 y 1998).

Para realizar el cálculo de costo de producción, se han utilizado los datos que se muestran en el siguiente cuadro.

COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA 02 MODULOS DE 40 BANDEJAS C/U

		Semilla	FVH	
Rendimiento de semilla		1	<u>7.5</u>	
Insumo	x día	Cantidad x mes	Precio S/.x Kg	Costo Total S/.
Semilla (kg)	7	210	0.9	189
Agua (m3)	0.05	1.5	10	15.0
Mano de obra (horas /día)	1	30	4	114.0
Costo Total (S/.)				318.0
Forraje producido (kg / mes)				1,575
Costo: S/ kg de FVH				0.20

El costo del kg de FVH producido es de S/. 0.2, sin embargo, este costo puede bajar en un sistema de producción automatizado y con un menor precio de semilla.

Conclusiones

1. La producción del FVH es un sistema que economiza y maximiza el uso de espacio y el recurso hídrico.
2. El sistema de producción de FVH permite obtener, en un periodo de tiempo aproximado a 14 días, un forraje tierno, rico en nutrientes, fácilmente digerible y palatable, por lo cual es fácilmente consumido por el ganado.
3. Dada que la producción se realiza en un ambiente controlado se obtiene un forraje limpio, libre de agroquímicos y pesticidas, por lo tanto, se reducen a cero el costo de las aplicaciones periódicas que se emplean para la producción de forraje convencional bajo condiciones de campo.
4. El sistema permite automatizar los procesos, sin embargo, requiere una capacitación del personal para este manejo, sobre todo en lo referido a la asepsia en el proceso productivo.
5. Existe una alta eficiencia en el uso del área, ya que en 150 m² se puede producir la masa biomasa vegetal que se produce en 5,000 m², en el periodo de 1 año.

6. La calidad sanitaria del FVH con un proceso óptimo, es indiscutible, debido a manejo y al no uso de agroquímicos.

Recomendaciones

El costo de producción de FVH, depende del precio de semilla y mano de obra básicamente, y la forma de cálculo, que se muestra en el cuadro, es una forma práctica para que el ganadero pueda tomar una decisión, en cuanto al tipo de forraje que desea y puede producir.

El sistema requiere un abastecimiento constante de semilla, que no haya sido tratada, libre de fungicidas u otros, por lo cual se debe tener acceso a este material, o un proveedor que garantice el abastecimiento de estas semillas de manera constante a fin de mantener la producción forrajera durante todo el año.

Referencias

- ALMEYDA J. 2014. Manual de Manejo y Alimentación de vacunos lecheros. Edita UNALM. Lima-Perú.
- CIP. 1993. El Agroecosistema Andino: Problemas, Limitaciones, Perspectivas. Anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino. Edita CIP. Lima-Perú
- COLLAZOS C. 1996. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Séptima Edición. Edita Universidad Cayetano Heredia. Lima-Perú
- FAO para América Latina y el Caribe 2002, manual técnico “Producción de Forraje Verde Hidropónico”, Primera edición Santiago de Chile Feb. 2002
- FLOREZ A., MALPARTIDA E. y F. SAN MARTÍN. 1992. Manual de Forrajes. Lima-Perú
- JIMÉNEZ L. 2014. Formulación y Evaluación Privada de Proyectos. Edita UNALM. Lima-Perú.
- LÓPEZ-AGUILAR, R., MURILLO-AMADOR, B., & RODRÍGUEZ-QUEZADA, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. Interciencia, 34(2), 121-126.
- MAMANI J. 1994. Evaluación de dietas con diferentes niveles de germinado de cebada en la

alimentación básica de cuyes mejorados en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis para optar título de Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de agronomía. La paz – Bolivia.

NESTARES A. 2014. Técnicas de Conservación de Forraje para la Alimentación Animal. Primera edición. Edita INIA. Lima-Perú

PAMPA P. 2015, manual de forraje verde hidropónico – Publicado en Oficina de extensión y proyección social – Universidad Nacional Agraria La Molina

RODRIGUEZ A. 2006, Como producir Forraje verde hidropónico. Editorial Diana – México.

SEPÚLVEDA, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.

TARRILLO O. H. 1999. Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*), Alfalfa (*Medicago Sativa*) en pellets y en heno, como forrajes en la alimentación de terneros Holstein en lactación. Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

VÁSQUEZ H. 2010. Manual de Instalación, Manejo y Conservación de Pastos Cultivados. Edita Cáritas del Perú. Lima-Perú.