

Elizondo Salazar, J. 2005. Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. ECAG-Inforna. 32:36-39.

Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal

Ing. Jorge Elizondo¹

La producción animal se ve afectada por una serie de factores, que se interrelacionan entre sí y que, dependiendo de su magnitud, repercutirán positiva o negativamente sobre el desempeño general de los animales. Entre esos factores se pueden citar la genética, el ambiente, la reproducción, la sanidad y la alimentación o nutrición. Todos ellos son muy importantes, pero la alimentación reviste una serie de características que impactan grandemente sobre la productividad. Para nadie es un secreto que cuanto mejor alimentamos a los animales, se obtienen mayores producciones, los animales tienden a enfermarse menos, los índices reproductivos son mejores y, por lo tanto, los ingresos económicos son mayores.

Sin embargo, a pesar de que los beneficios de una buena alimentación son bien conocidos, en nuestro medio se presentan una serie de factores que no permiten que la misma pueda llevarse a cabo, como lo es el aspecto económico. La mayoría de explotaciones pecuarias requieren la compra de insumos externos de alto costo económico (concentrado, minerales y otros) para mantener niveles adecuados de producción. Todos esos insumos son costosos y está de más recordar que, por lo general, los gastos de alimentación en una explotación pueden oscilar entre el 50% y el 80% del total de los costos de producción.

Otro factor que impide que podamos alimentar adecuadamente a los animales, es la calidad, cantidad y disponibilidad de forraje con que se cuenta en la finca. Cuando se considera el valor nutricional, nuestros forrajes (de clima tropical) son de calidad inferior con respecto a los de clima templado (Bargo y otros. 2003). Los de clima tropical poseen altos niveles de fibra neutro detergente (FND), lo cual provoca un llenado físico en los animales, que les impide satisfacer sus requerimientos de materia seca, por lo que los nutrientes necesarios para mantener niveles aceptables de producción, tampoco les son suplidos. Por otra parte, los altos niveles de fibra ácido detergente (FAD) que presentan estos pastos, disminuyen considerablemente la digestibilidad (Pioneer 1990), lo que significa que gran parte de los nutrientes que el animal se come, no son aprovechados y son excretados en las heces.

La disponibilidad de área, ya sea para la siembra de forrajes de corte o para pastoreo de los animales, es otro factor que

limita una adecuada alimentación. En muchas ocasiones, hay más animales de los que la finca puede mantener, es decir, no hay suficiente área para producir el pasto requerido por los animales en la finca.

Al considerar también la cantidad o disponibilidad de pasto o forraje en una finca, se puede presentar otro tipo de problema, que tiene que ver con los factores climático-ambientales. Al darse en nuestro país una estacionalidad en el patrón de lluvias (Figura 1), se presenta también una estacionalidad en el patrón de crecimiento de los pastos, por lo que en esa época se da un abundante crecimiento y una buena disponibilidad; no así en la época seca, donde esta es nula o casi nula, especialmente en las zonas más secas del país.



Una alternativa a algunos de estos problemas lo constituyen las diversas formas de conservación de forrajes como el ensilaje, el heno y el henilaje (Elizondo, 2004). Sin embargo, para muchos podría no ser la alternativa más viable, pues cualquiera de las tres formas requiere una inversión fuerte en maquinaria y equipo.

Otra alternativa viable y poco conocida en nuestro país, la constituye el Forraje Verde Hidropónico (FVH), el cual consiste en la germinación de semillas y su posterior crecimiento, bajo condiciones ambientales controladas, en ausencia de suelo (Rotar, 2004).

Hoy en día, la técnica de hidroponía juega un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. La presión por el incremento de la población, los cambios climáticos, la erosión del suelo, la falta de agua y su contaminación, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de nuevos métodos alternos de producción (FAO 2002). Esta técnica ha sido muy utilizada en la producción de vegetales y hortalizas, no así en el campo de la producción de forraje, donde su uso ha sido muy limitado, especialmente en nuestro país.

El sistema ofrece una alternativa para la producción rápida y simple de forraje verde de gran valor en época seca o cuando las condiciones climáticas no permitan la cosecha de forraje, sea por parte del hombre o por parte de los animales. La técnica, en sí, es muy sencilla, y consiste en colocar semillas

¹ Investigador-Docente. Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. E-mail: jaelizon@cariari.ucr.ac.cr.

de cereales como maíz, cebada, trigo o sorgo, en bandejas de plástico, aluminio o fibra de vidrio, que luego son colocadas en estantes, para la posterior germinación de la semilla. El forraje se cosecha entre 7 y 15 días posteriores y cuando las plantas alcanzan entre 20 y 25 cm de altura, pueden ser ofrecidas a los animales. Se ha observado que por cada kilogramo de grano germinado, se obtiene una biomasa de 9 o más kilogramos, conformada por tallos, hojas, raíces, restos de semilla y semillas no germinadas.



Metodología para la producción

1. Seleccionar la semilla que se va a utilizar. Esta debe ser pura, es decir, libre de malezas u otras especies no deseables, de plagas y de enfermedades. Debe ser un tipo de semilla que no haya sido tratada con insecticidas ni fungicidas. Su porcentaje de germinación debe ser superior al 80%.
2. Proceder al lavado, con el fin de eliminar todo el material no deseable. Para ello, la semilla se sumerge en agua. Se recomienda que sea agua con un 2% de hipoclorito de sodio (cloro comercial), para eliminar agentes patógenos; sin embargo, se puede hacer también con agua pura. Se debe eliminar todo el material que flote. La semilla se deja por un período de 5 minutos, se drena y luego se le da un enjuague.
3. Etapa de pregerminación. Esta consiste en dejar la semilla sumergida en agua, por un período de 24 horas, dividido en dos períodos de 12 horas cada uno. Cuando se cumplen las primeras 12 horas, se bota el agua, se lava la semilla y se vuelve a sumergir por otro período de igual duración. Toda esta fase, se caracteriza por un rápido consumo de agua que facilita el metabolismo del material de reserva y la utilización de este para el crecimiento y desarrollo.
4. Finalizada esta etapa, se puede proceder de dos formas diferentes: a) dejar la semilla en reposo en los mismos recipientes, pero sin agua durante 48 horas, o b) colocar la semilla extendida en bandejas y cubrirla con papel periódico húmedo y un plástico oscuro, por un período también de 48 horas. Sea cual sea la forma que se utilice, lo importante es dejar la semilla en reposo, manteniendo una humedad adecuada para que inicie el proceso de germinación.
5. Concluido ese tiempo de espera, se colocan las semillas en las bandejas, formando una capa de aproximadamente 1,5-2,5 cm. Las bandejas deben tener de 7,5 a 10 cm de fondo, sin importar el largo ni el ancho. Deben presentar orificios en un extremo. Se colocan las bandejas en los

estantes, los cuales deben tener un desnivel de aproximadamente 3%, para que el agua de riego fluya a lo largo de la bandeja y salga por los orificios. El espacio vertical que debe existir entre los diferentes niveles de bandejas debe ser de 40 cm.

6. Iniciar una adecuada irrigación. El principal secreto del éxito de producción del FVH, se basa en una adecuada irrigación, por lo que a partir de este momento, se deben iniciar los riegos hasta que el material se vaya a cosechar. En este sentido, se recomienda hacer uso de una solución nutritiva (agua con minerales, como nitrógeno, fósforo y otros); sin embargo, como el período de crecimiento es tan corto, el agua pura también sirve, aunque los rendimientos que se obtienen son menores. Algo importante es que se debe evitar el encharcamiento en las bandejas, ya que esto puede llevar a una fermentación del grano o a una eventual pudrición de la raíz.

El riego puede llevarse a cabo desde una forma tan sencilla y económica como lo es el uso de una regadera, hasta con los métodos más caros y sofisticados que hacen uso de micro aspersores, nebulizadores, riego por goteo y controladores de tiempo o "timers".

La frecuencia de irrigación es muy importante y dependerá de la demanda de agua de las plantas, la que a su vez está determinada por la temperatura, luz y su etapa de crecimiento (Morgan y otros. 1992). Esto quiere decir, que a mayor temperatura, luminosidad y a mayor edad de la planta, los requerimientos de agua son mayores. Por esta razón, no existe una receta en cuanto a la frecuencia o cantidad de agua que se les debe aplicar. Lo que sí hay que asegurarse es que la semilla o las plantas no se sequen. Si el lugar donde están las bandejas es muy caliente y la semilla se seca mucho, habrá que hacerlo cada hora. Si el lugar no es tan caliente y la semilla o las plantas permanecen húmedas por algunas horas, se puede regar cada 2 o 3 horas. Si el lugar mantiene una humedad y temperatura adecuadas, entonces se podría pensar en regarlas cada 5 ó 6 horas. Nuevamente, es importante evitar que el agua se acumule en la bandeja, ya que la semilla se puede fermentar o la masa radical no se formará adecuadamente, por lo que el crecimiento de las plantas se verá afectado.

Para que se dé un correcto desarrollo de la planta, es importante proporcionar una adecuada iluminación, ya sea mediante luz natural (no debe ser el sol directamente) o artificial, lo mismo que una humedad superior al 85% y una temperatura cercana a los 21°C. No está de más decir, que la estructura donde estarán los estantes con las bandejas, debe ser un lugar cerrado, puede ser con cedazo, para evitar la entrada de pájaros u otras aves.

Como se dijo anteriormente, el período de crecimiento dura entre 7 y 15 días, dependiendo de la semilla utilizada, de la especie y de las condiciones brindadas a las semillas y a las plantas. El forraje se cosecha cuando alcanza una altura promedio de 20 a 25 cm. En este momento, se obtendrá un tapete o alfombra de forraje. Una vez cosechado, el forraje está listo para ser ofrecido a los animales.

Ventajas:

Entre las ventajas que presenta el uso de FVH están:

- Ahorro de agua, ya que en estos sistemas, las pérdidas por evaporación, transpiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas.
- Mayor eficiencia en el uso del espacio, pues este se optimiza al ser utilizado un acomodamiento vertical de las estanterías.
- Por haber economía en el uso del espacio, permite habilitar áreas de la finca para otros usos.
- El uso de esta técnica reduce la necesidad de espacio para almacenamiento de forraje.
- Mayor eficiencia en el tiempo de producción, ya que el ciclo es relativamente corto.
- El forraje que se obtiene es de muy buena calidad (cuadro 1).

Consideraciones económicas:

En Costa Rica no se ha documentado investigación en este campo. Los ensayos preliminares que se llevaron a cabo en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica, corroboraron la factibilidad de llevar a la práctica esta metodología. Sin embargo, aún quedan muchos aspectos en los que se debe profundizar. Para tener una idea más clara de las ventajas que podría representar el FVH, considérese un kilogramo de concentrado, con un valor de ₡86, un contenido de 88% de materia seca y 14% de proteína cruda; comparado con el FVH de maíz, cuyo costo de semilla es de ₡93 por kilogramo, un 18,60% de materia seca y un 16,80% de proteína cruda (cuadro 1).

Si un animal se come un kilogramo de ese concentrado, estaría consumiendo 123,2 gramos de proteína cruda, lo cual costaría ₡86, que es el costo del kilogramo de concentrado. Para llegar a esa cantidad de proteína cruda, ese mismo animal tendría que consumir 3,9 kilogramos de FVH. Para este ejemplo, si se considera que un kilogramo de semilla de maíz produce 8 kilogramos de FVH, quiere decir que cada kilogramo de FVH tiene un costo de ₡11,62, por lo que 3,9 kilogramos de FVH costarían ₡45,32 colones, es decir, ₡40,68 menos que el concentrado. Es importante aclarar que en este ejemplo, no se están considerando los costos por mano de obra e instalaciones, ya que eso dependerá grandemente de cada caso en particular.

**PROGRAMA
GANADERÍA
TOTAL**

Soluciones integrales

DSM



SEMILLAS *verza*
TEMPATE
Lideres en pastos mejorados



Dow AgroSciences



Desventajas:

- Los costos de construcción podrían ser elevados, si se piensa en instalar un invernadero prefabricado, con todos los implementos y acondicionamientos necesarios. Sin embargo, aquellos invernaderos hechos con materiales provenientes de la finca y mano de obra casera, pueden resultar de muy bajo costo.
- El contenido de materia seca puede ser muy bajo, debido a que el forraje se cosecha en muy corto tiempo, por lo que se sacrifica calidad por cantidad del mismo.

Conclusiones y recomendaciones

Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de

diversas especies animales, entre ellas, ganado de leche y de carne, cabras, cerdos, gallinas, caballos y conejos.

La utilización del FVH, por cosecharse en áreas reducidas, aprovechando el espacio vertical, permite liberar terrenos en las fincas para otro tipo de actividades.

Es necesario llevar a cabo investigaciones en este campo, que permitan establecer claramente rendimientos, valor nutritivo y costos de producción, de manera que se le pueda ofrecer al productor una alternativa concreta para una mejor alimentación de sus animales.

Se espera que el productor, con ayuda de este artículo, pueda comenzar a experimentar esta tecnología, sin hacer grandes inversiones e ir perfeccionando la técnica para compartir sus experiencias con otros finqueros.



Literatura consultada

Bargo, F.; Muller, L.; Kolver, F.; Delahoy, J. 2003. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science* (86): 1-42.

Boschini, C.; Elizondo, J. 2003. *Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 69 p.

Carruthers, S. 2003. Green feed: livestock fodder shed. Disponible en: http://www.hydroponics.com.au/back_issues/issue35.html

Carruthers, S. 2003. Green feed: livestock fodder shed. Disponible en: http://www.hydroponics.com.au/back_issues/issue70.html

Elizondo, J. 2004. Heno, henilaje y ensilaje. En Prensa en Revista InfoHolstein.

FAO. 2002. *Forraje Verde Hidropónico: Manual Técnico*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 69 p.

Jiménez, C.; Elizondo, J. 2003. *Notas del curso Manejo y Utilización de Pastizales*. Escuela de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.

Morgan, J.; Hunter, R.; O’Haire, R. 1992. Limiting factors in hydroponic barley grass production. In: *Proceedings of the 8th International Congress on Soilless Culture*. Holanda. 241-261 pp.

Pioneer. 1990. *Pioneer forage manual: a nutritional guide*. Pioneer Hi-Bred International Inc., Des Moines, Iowa. U.S.A. 55 p.

Rotar, P. 2004. Hydroponic techniques sprout healthy, inexpensive fodder. Disponible en: <http://www.isar.org/isar/archive/ST/hydroponics47.html>

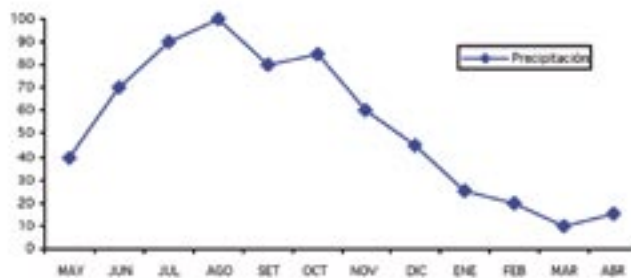


Figura 1. Cambios en la precipitación a lo largo del año.

Cuadro 1. Análisis nutricional de diferentes muestras de forraje verde hidropónico

Grano	M.S %	P.C %	FND %	F.A.D %	Digestibilidad %
Avena	32,00	9,00	-----	27,90	-----
Cebada	-----	25,00	-----	-----	81,60
Cebada	17,77	20,23	51,79	-----	63,58
Maíz	18,60	16,80	-----	-----	89,50

MS = Materia Seca
 PC = Proteína Cruda
 FND = Fibra Neutro Detergente
 FAD = Fibra Ácido Detergente