

# CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

## Forraje Verde Hidropónico, una alternativa para el ganado de zonas áridas

La Paz, B.C.S., a 01 de julio de 2012



Raúl López<sup>1</sup>, Bernardo Murillo<sup>1</sup>, Enrique Troyo<sup>1</sup>,  
Guadalupe Rodríguez<sup>1</sup>, José Jesús Romero<sup>2</sup>,  
Rigoberto López<sup>1</sup> y Arturo Naranjo<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur, Ext. Guerrero Negro

daguiar04@cibnor.mx

### Resumen

La sequía es considerada el principal factor ambiental que causa severas fluctuaciones en la población de ganado en el noroeste de México. En temporadas severas de sequía es esencial implementar estrategias de alimentación para el ganado. El forraje verde hidropónico (FVH) es una técnica de producción de alimento para el ganado que utiliza 30-50 veces menos agua para producir los mismos rendimientos que las de los principales especies forrajeras cultivadas en suelo, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos. El FVH posee el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento nutricional ideal para mantener al ganado vivo en temporadas de sequía severa.

**Palabras clave:** sequía, forraje verde hidropónico, ganadería, zonas áridas.

### Abstract

Drought is considered the main environmental factor that causes cattle population fluctuations in northwest Mexico. In severe drought seasons is critical to deploy strategies for feeding livestock. The hydroponic green fodder (HGF) is a cattle-food production technique that requires 30-50 times less water to produce the same yields to those of the main fodder species grown in soil, but on a surface 100 times smaller and without use of agrochemicals. The HGF has sufficient nutritional value to consider it as an ideal nutritional supplement to keep cattle alive in seasons of severe drought.

**Key words:** drought, hydroponic green fodder, cattle, arid zones.

**Área temática:** Área 6. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

### Problemática

En México, aproximadamente el 60% del territorio está conformado por zonas áridas y semiáridas localizadas principalmente en la parte noroeste del país (Rivera-Aguilar et al., 2004) en donde en los últimos años la actividad agropecuaria se ha incrementado notablemente no obstante de la aridez y prolongadas sequías que las caracterizan. Como caso tipo, el Estado de Baja California Sur es uno de los más áridos de México, en el cual las escasas precipitaciones y abatimiento de mantos acuíferos son fenómenos comunes que limitan severamente el desarrollo de la ganadería (Espinoza et al., 2007). Las tecnologías que se emplean generalmente para producir alimento para el ganado no son las apropiadas para estas zonas lo cual ocasiona problemas de contaminación del suelo y mantos acuíferos (Endo et al., 2000), agotamiento de agostaderos y extinción de especies de flora nativa (Villaseñor et al., 2007). Por las características naturales de las zonas áridas y semiáridas, y por prácticas agronómicas mal empleadas, el cultivo de especies forrajeras como alfalfa, avena y maíz reportan un Uso Eficiente del Agua (UEA) muy bajo, produciendo de 1.5 a 3.0 kg de materia seca por cada m<sup>3</sup> de agua de riego utilizado (Chaves y Davies, 2010). Por lo tanto, la implementación de sistemas de producción de alimento para el ganado con bajo consumo de agua y de fácil adaptación en zonas desérticas es fundamental para el desarrollo de una ganadería sustentable.



Figura 1. Sistema básico de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz (Proyecto FUNDACION PRODUCE, BCS "Estrategias genéticas, nutricionales y sanitarias para incrementar los indicadores de rendimiento y calidad de la cadena productiva de caprinos en BCS".

### Usuarios

Los usuarios potenciales son dependencias federales como SAGARPA, SEMARNAT, quienes a través de sus programas de apoyo al campo y protección del ambiente pueden impulsar este tipo de técnicas de producción de alimento para el ganado. Los miembros de asociaciones ganaderas constituidas en los Estados del Noroeste de México para que tengan a su disposición una técnica fácil y rápida de producción de forraje en condiciones adversas de agua, suelo y clima. Organizaciones cuyos sistemas de producción se rigen bajo normas orgánicas y requieran de una alternativa para producir forraje sin uso de agroquímicos para ofertar productos como carne de conejo, de res, de borrego, de cabra, pollo, huevo, leche, quesos, yogurt, entre otros, y derivados y combinaciones que se pueden lograr con los productos anteriores.

### Proyecto

La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una técnica de producción de alimento para el ganado que el CIBNOR ha estado estudiando durante casi 10 años y adaptándola para sortear las principales dificultades encontradas en las zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje como son; escasez de agua, suelos arenosos, salinidad y pedregosidad.

Este proyecto tiene como objetivo producir forraje de alta calidad nutricional en un periodo de tiempo corto y de manera continua utilizando espacios reducidos y cantidades bajas de agua. La metodología, de manera general, consiste en utilizar semillas de maíz, trigo, avena, cebada u otro grano expuestas a un periodo de lavado y desinfección con cal o cloro para posteriormente ser desarrolladas en bandejas de plástico que se colocan en estantes de fierro dentro de invernaderos rústicos o modernos para su cosecha a los 14-16 días después de iniciado el proceso (Fig. 1). Se puede utilizar paja de maíz, avena o algún esquilmo de cosecha como medio de crecimiento para facilitar la germinación de las semillas, pero se ha observado que las enfermedades por hongos y problemas de pudrición se incrementan disminuyendo notablemente la calidad del forraje. Por lo anterior, la búsqueda de medios de crecimiento que favorezcan una germinación uniforme de las semillas, que ayuden a que en la bandeja se retenga mayor cantidad de humedad y que participen en el incremento del valor nutricional del FVH es de gran importancia para el éxito de esta técnica ecológica de producción de alimento para el ganado. La alga marina (*Sargassum* spp.) es una especie abundante en las costas del Golfo de California y ha sido evaluada su utilización en dietas de ganado caprino, reportándose mayor crecimiento y ganancia de peso en animales que la ingirieron (Marín et al., 2003). Al considerar resultados positivos de algunos estudios en los que se evaluó la biomasa seca de *Sargassum* para facilitar la germinación de semillas de maíz e incrementar el Uso Eficiente del Agua (UEA) en el

proceso de producción de FVH se propone este material como un medio de crecimiento para FVH ya que no solamente ayuda a disminuir la deshidratación de las semillas y el uso de agua de riego, sino que también eleva su valor nutricional para alimentar distintos tipos de animales (Fig. 2).

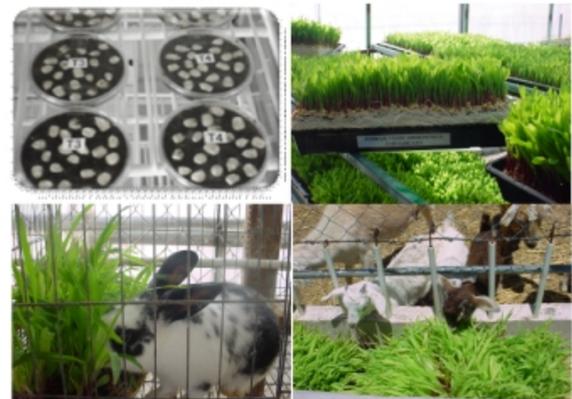


Figura 2. Evaluación de la biomasa seca de *Sargassum* como medio de crecimiento para FVH (parte superior) y alimentación de animales con FVH (parte inferior) (Proyecto: CIBNOR-Línea Estratégica "Agua, Suelo y Clima".

De acuerdo a la FAO (2001), utilizando la técnica de producción de FVH se puede cosechar anualmente 15-25ton de materia seca. Este rendimiento es equivalente al de la alfalfa, sorgo o maíz, pero en una superficie 100 veces menor y sin utilización de agroquímicos. Para obtener de 1 a 8kg de MS de alimento para el ganado se emplea 1m<sup>3</sup> de agua de riego cultivando especies forrajeras en suelo, mientras que utilizando este mismo volumen de agua en la producción de FVH se obtienen alrededor de 80kg de MS de forraje de buena calidad nutricional para alimentar diversos tipos de ganado.

Los resultados de diversos estudios llevados a cabo en el CIBNOR indican que el contenido de proteína cruda (PC) (13-14%) y energía metabólica (2.4-2.5Mcal·kg<sup>-1</sup> MS) del FVH es suficiente para satisfacer los requerimientos de diversos tipos de ganado (Tabla 1). Otro criterio comúnmente utilizado para determinar la calidad del forraje es la digestibilidad. El contenido de Fibra Detergente Acida (FDA) es una cuantificación de la fracción indigerible. En el FVH la FDA varía con el tiempo de cosecha, observándose valores menores en la etapa inicial y valores mayores en la etapa final. Los requerimientos de fibra por el ganado es un factor importante en diversos procesos fisiológicos. La FDA es el mejor indicador de los requerimientos de fibra para una fermentación saludable en el rumen. Las raciones del ganado lechero deben contener 19-27% de FDA. Si el suplemento es menor, el contenido de grasa en la leche puede disminuir. En estudios conducidos en el CIBNOR los valores de FDA del FVH producido oscilan de 24 a 32%.

Tabla 1. Valor nutricional del FVH de maíz cosechado a los 14 días después del lavado y desinfección de las semillas.

Variable	Unidad	Rango
Proteína Cruda	%	13 – 16
Energía Bruta	Mcal/kg MS	3.8 – 4.2
Energía Metabolizable	Mcal/kg MS	2.4 – 2.6
Fibra Detergente Acida	%	26 – 32
Lignina	%	6.2 – 7.0
Celulosa	%	20 – 24
Materia seca	%	18 – 22
Cenizas	%	6.6 – 7.2
Digestibilidad de la Materia Seca	%	64 – 68

De acuerdo al Consejo Nacional de Investigación de U.S.A. (NRC, 1996) los niveles de todos los minerales contenidos en el FVH son considerados satisfactorios para la nutrición de ganado (Tabla 2). Sin embargo, los niveles de calcio en el FVH generalmente se ubican en el límite inferior de los rangos propuestos por el NRC por lo que es necesario aumentar su concentración para ajustar la relación calcio:fósforo, ya que se recomienda como importante mantenerla en 2:1. Una línea de estudio que se está abordando para remediar este desbalance es incorporar yeso agrícola a la biomasa seca de *Sargassum* para que el FVH pueda desarrollarse en un medio rico en calcio, y además reducir la relación sodio/calcio del sustrato para prevenir la toxicidad por sodio en las plántulas debido a la naturaleza salina del *Sargassum*.

Tabla 2. Requerimientos minerales por rumiantes y composición mineral del FVH de maíz (en base a MS) utilizando una densidad de siembra de 2.5 kg/m<sup>2</sup>.

Mineral	Requerimiento de rumiantes (%)	FVH (%)
Calcio	0.15 – 0.40	0.18
Magnesio	0.12 – 0.18	0.26
Potasio	0.50 – 1.20	0.82
Sodio	0.07 – 0.20	0.26
Fósforo	0.13 – 0.26	0.34
	(ppm)	(ppm)
Hierro	40 – 50	79
Zinc	30 – 50	48
Cobre	5 – 20	15

### Impacto socioeconómico

La técnica de producción de FVH puede constituirse en una alternativa emergente de producción de forraje en regiones ganaderas que dependen mayormente de pastizales naturales y que su crecimiento es fuertemente afectado por periodos críticos de sequía. Con la adopción de esta técnica se puede evitar la compra de alimentos balanceados y/o alfalfa a precios elevados como consecuencia del transporte desde ciudades lejanas para mantener vivo al ganado durante épocas severas de sequía. El FVH es un alimento con el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento alimenticio ideal para elevar la condición nutricional del ganado, principalmente en el noroeste de México donde es común que los animales pasen por periodos de subnutrición en diferentes etapas de su vida (Espinoza et al., 2007). Debido a que en la producción de FVH no se utilizan agroquímicos, esta técnica es un componente fundamental en la conversión de la ganadería convencional a la orgánica, principalmente en regiones del mundo donde las cabras y algunas poblaciones de ganado bovino criollo están concentrados en regiones marginadas desarrollándose en ambientes naturales, utilizando para su alimentación el agostadero y pastizales no fertilizados y que rara vez reciben tratamiento con algún fármaco. La producción de FVH es una técnica que no impacta negativamente sobre el ambiente ya que no contamina y el uso eficiente del agua de riego es muy alto.

Contacto: <http://pcti.mx>, [hnolasco2008@hotmail.com](mailto:hnolasco2008@hotmail.com)