



**Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz (FVHM) como alternativa de suplementación para terneros en época de sequía en Cuajinicuilapa, Guerrero.**

**Castellanos, I., Alaniz, L., Rojas A., Cisneros, P., Bottini, M., Mendoza, M.**

**Universidad Autónoma de Guerrero**

**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2**

**Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico**

**RESUMEN**

El objetivo del estudio es determinar el tiempo óptimo de cosecha del forraje verde hidropónico de maíz, mediante análisis químico y las características productivas del FVHM. Los tratamientos fueron los días 10, 15 y 20 de cosecha y las variables a evaluar fueron materia seca (MS), cenizas (Ce), materia orgánica (Mo), fibra detergente neutra (FDN) y acida (FDA). las variables de campo que se evaluaron fueron, altura de la planta, rendimiento/kg y grosor del tapete radicular. El diseño experimental fue completamente al azar los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SAS PROG. GLM. y las diferencias de medias se analizaron mediante la prueba de tukey con una probabilidad de ( $p < 0.05$ ).

**Palabras clave:** Forraje verde hidropónico de Maíz, tiempo óptimo de cosecha, época de sequías, suplemento.

**INTRODUCCIÓN**

En América latina y México la ganadería de doble propósito constituye el principal sistema de producción bovina esto siendo más evidente en las regiones del trópico. Este sistema enfrenta grandes obstáculos destacando su gran dependencia a las condiciones climatológicas, siendo evidente la escasa disponibilidad de forrajes como fuente principal de alimentación la cual se vuelve estacional y deficiente para cubrir los requerimientos nutricionales del ganado (Sánchez, 2010).

El estado de Guerrero constituye uno una de estas regiones cuenta con ganado doble propósito en la región tropical, cuenta con un inventario ganadero de 1.25 millones de cabezas de ganado (décimo lugar nacional) ocupando el sexto lugar en producción de becerro al destete siendo ésta la mayor fuente de ingresos económicos de los productores ganaderos. El municipio de Cuajinicuilapa es el quinto productor de ganado a nivel estatal sin embargo las principales limitantes que afectan la ganadería en el trópico Guerrerense son principalmente la nutrición y la sanidad (Cañaverl, 2020).

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una técnica que permite obtener biomasa vegetal a partir de los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas, provenientes de semillas viables, principalmente de cereales (Sánchez *et al.*, 2013). las ventajas de la producción de FVHM son la reducción en el uso de agua en comparación con las técnicas convencionales de producción de forrajes en suelo, el aprovechamiento del espacio es más eficiente y los tiempos de cosecha son más cortos, de hasta 12 días en promedio, con rendimientos de hasta 7 a 8 kg de FVH por cada kg de semilla, además el contenido de proteína está alrededor del 17%, con digestibilidad del 98%, el contenido de vitamina E se



encuentra en un estado altamente asimilable, siendo así una muy buena propuesta de suplementación para terneros (López, 2005). Es así que el FVH se plantea como una alternativa viable de suplementación en el trópico, de manera particular en épocas secas, cuando se presenta mayor déficit en forrajes.

Cabe mencionar que la técnica de producción de FVH es complementaria y no pretende sustituir las técnicas de producción convencional de forraje, de manera que 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 debido a que éste ha demostrado ser una herramienta eficiente y útil en la producción animal (Meza, 2005).

### **METODOLOGÍA.**

#### **Localización del área de estudio.**

El presente estudio se realizó en el municipio de Cuajinicuilapa perteneciente a la región Costa Chica del estado de Guerrero, México. El análisis químico del forraje verde hidropónico de maíz y sus características productivas, se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Bovina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2.

Para la determinación del tiempo óptimo de cosecha se realizó mediante el análisis químico del forraje verde hidropónico de maíz y las variables a evaluar fueron materia seca (MS), cenizas (Ce), materia orgánica (Mo), fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) las variables de campo que se evaluaron fueron rendimiento del FVHM/kg de semilla sembrado, altura de la planta, rendimiento del tapete radicular para esto se tomaron al azar 3 tapes cosechados al día 10, 15 y 20 de los cuales cada tapete se dividió en 3 partes iguales se separaron los componentes hoja, tallo y raíz, estos con 2 repeticiones por componente de cada repetición, en total se analizaron 18 muestras de cuales se realizó el análisis químico por componente. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS PROG. GLM, y las diferencias se analizaron con la prueba de tukey.

#### **Proceso de producción de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM)**

Se utilizó semilla grano comercial de maíz y la metodología para la producción de FVH fue la sugerida por Juárez *et al.* (2010).

Se lavaron las semillas con agua corriente, con el fin de eliminar impurezas y semillas no deseadas, la desinfección se realizó con hipoclorito de sodio al 1%, la desinfección tuvo como finalidad evitar la formación de hongos y bacterias contaminantes. Se hidrataron las semillas sumergiéndose completamente en agua durante 24 horas, esto en dos tiempos de 12 horas. Para ello se sumergieron en agua y pasando las 12 horas se dejaron fuera durante 1 hora con la finalidad de que se oxigenaran, después se depositaron en agua nuevamente durante 12 horas más. Una vez pasado las 24 horas de hidratación el pre germinado se realizó directamente en las charolas. Recibieron 4 riegos al día hasta el tiempo de cosecha. Los tiempos de cosecha que se utilizaron fueron del día 10, 15 y 20.

#### **Análisis químico.**

Para el análisis químico del FVH las muestras se deshidrataron en una estufa a 60°C por 72 horas y se obtuvo el contenido de materia seca por diferencia de peso (método 967.03 AOAC,



2005). Posteriormente las muestras se molieron. Se determinó cenizas (Ce; método 942.05) y materia orgánica (Mo) según AOAC (2005). La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se determinó con la metodología de ANKOM technology Method según Van Soest *et al*: (1991). La hemicelulosa se calculó por diferencia entre FDN Y FDA.

### **Determinación de altura de la planta.**

La altura de la planta se midió en centímetros (cm) desde la base de la semilla y hasta el punto medio visual de crecimiento de las plantas. Se realizó una única vez al terminar el ciclo de cultivo (el día de cosecha), con una regla graduada, se tomaron cinco mediciones en zonas representativas de cada bandeja, para determinar un promedio de altura.

### **Grosor del tapete radicular**

Este se midió con una regla graduada se utilizaron cinco repeticiones se tomaba desde la base de la raíz hasta el punto inicial del tallo de la planta para determinar un promedio del grosor del tapete radicular.

### **Rendimiento del FVHM /kg de semilla.**

Se consideró la conversión de maíz en biomasa de germinado, la cual se estimó por diferencia del peso entre kilogramo de semilla que se depositó en cada bandeja y el total del FVH producido.

### **Resultados.**

El resultado para las características agronómicas de altura de la planta destaca el día 15 con un promedio de 23.2 cm respecto del día 10 y 20. Para el caso del rendimiento por kg de semilla germinada se pudo apreciar que el día 10 es superior con un rendimiento promedio de 5.84 kg. El grosor del tapete radicular se observa una mejor respuesta en el día 10 nuevamente donde tuvo un grosor promedio de 5.46 cm, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Promedios características productivas de FVHM a diferentes días de cosecha.

	<b>Altura (cm)</b>	<b>Grosor tapete radicular (cm)</b>	<b>Rendimiento (kg)</b>
<b>Día 10</b>	22.2	5.46	5.84
<b>Día 15</b>	23.2	4.28	5.62
<b>Día 20</b>	18.2	3.92	4.18

Fuente: Elaboración propia.

En el presente estudio respecto de las características productivas del FVHM como son la altura de la planta presentaron promedios de altura de 22.20 cm para el día 10 y 23.20 cm para el día 15 estos valores se encuentran dentro de lo reportado por Moreno, 2018 quien presenta alturas de las plantas de hasta 18.75 cm para el día 10 y 24.90 cm para el día 15. Cabe mencionar que el día 20 fue quien presento una altura menor con respecto al experimento con una medida de 18,20 cm esto se atribuye a que presento senescencia en sus hojas debido a que una planta de mayor edad sus requerimientos nutricionales incrementan y estos no estuvieron disponibles durante el experimento. Según Zambrano (2015) las plántulas de maíz germinadas mediante el método de cultivo FVH experimentan un crecimiento acelerado hasta alcanzar los 10 y 15 días edad, a esta edad de cosecha el FVH puede alcanzar alturas



entre los 15 y 25cm, formando hojas y tallos de alta calidad nutritiva y listo para la cosecha; sin embargo, a mayor edad estas alturas son se ven afectadas y están influenciadas por las condiciones climatológicas frecuencia de riegos y las disponibilidad de nutrientes lo que reafirma que el día 20 de cosecha estuvo influenciado por la falta de soluciones nutritivas.

El rendimiento por kg de semilla sembrado de los días de cosecha 10, 15 y 20 fueron de 5.84 kg, 5.62 y 4.18 kg, grosor del tapete radicular de 4.46 cm, 4.28 cm y 3.92 cm respectivamente

En una investigación donde se produjo FVHM con grano comercial bajo fertilización cosechados a los días 10, 12, 15 y 20 se obtuvo la relación kg de semilla a forraje verde hidropónico de 1: 5.6 a 1: 5.1. Salas *et al*; (2012)

Los resultados de este trabajo son similares en rendimiento para el día 10 y 15 en lo reportado por Salas *et al*; 2012 excepto el día 20 de cosecha con un menor rendimiento de 4.18 kg esto quizá debido a que los riegos se realizaron con agua adicionada con soluciones nutritivas.

Para el caso del análisis químico los resultados que se han obtenido son los porcentajes de materia seca cenizas FDN, FDA, materia orgánica y hemicelulosa.

Tabla 2. Promedios de la interacción parte de la hoja parte de la planta por edad del corte

Composición	Parte	Edad al corte			Pr > F	Contrastes ortogonales	
		10	15	20		lineal	cuadrático
					Pr > F	Pr > F	Pr > F
g MS	Raíz	2.015 <sup>a</sup>	1.995 <sup>b</sup>	1.984 <sup>b</sup>	<0.0001	0.2010	0.0068
	Tallo	1.998 <sup>c</sup>	2.017 <sup>a</sup>	2.004 <sup>b</sup>			
	Hoja	1.98 <sup>b</sup>	1.96 <sup>b</sup>	1.99 <sup>a</sup>			
g Ce	Raíz	0.087 <sup>b</sup>	0.087 <sup>b</sup>	0.097 <sup>a</sup>	<0.0001	<0.0001	0.0016
	Tallo	0.125 <sup>b</sup>	0.130 <sup>b</sup>	0.144 <sup>a</sup>			
	Hoja	0.139 <sup>b</sup>	0.137 <sup>b</sup>	0.162 <sup>a</sup>			
% MO	Raíz	95.610 <sup>a</sup>	95.650 <sup>a</sup>	95.130 <sup>a</sup>	<0.0001	<0.0001	0.0017
	tallo	93.745 <sup>a</sup>	93.475 <sup>a</sup>	92.765 <sup>a</sup>			
	hoja	93.020 <sup>a</sup>	93.110 <sup>a</sup>	91.870 <sup>b</sup>			
g FDN	Raíz	0.280 <sup>a</sup>	0.319 <sup>a</sup>	0.330 <sup>a</sup>	0.0006	0.0021	0.625
	Tallo	0.270 <sup>b</sup>	0.275 <sup>b</sup>	0.290 <sup>a</sup>			
	Hoja	0.270 <sup>a</sup>	0.275 <sup>a</sup>	0.281 <sup>a</sup>			
g FDA	Raíz	0.083 <sup>b</sup>	0.096 <sup>b</sup>	0.117 <sup>a</sup>	<0.0001	<0.0001	0.0023
	Tallo	0.117 <sup>c</sup>	0.123 <sup>b</sup>	0.144 <sup>a</sup>			
	Hoja	0.120 <sup>b</sup>	0.119 <sup>b</sup>	0.133 <sup>a</sup>			
% Hemi	Raíz	39.370 <sup>a</sup>	44.530 <sup>a</sup>	42.61 <sup>a</sup>	<0.0001	0.7069	0.0725
	Tallo	30.555 <sup>a</sup>	30.295 <sup>a</sup>	29.175 <sup>b</sup>			



	Hoja	30.035 <sup>a</sup>	31.330 <sup>a</sup>	29.405 <sup>a</sup>			
--	------	---------------------	---------------------	---------------------	--	--	--

MS=Materia seca, Ce= Cenizas, Mo= Materia orgánica, FDN= Fibra detergente neutra, FDA= Fibra detergente Acida, Hemi = Hemicelulosa.

Medias con la misma literal por fila no son diferentes estadísticamente ( $p < 0.05$ )

En la comparación de medias se observan diferencias significativas entre los días de cosecha 10, 15 y 20 ( $p < 0.05$ ) donde el día 10 muestra diferencias respecto del día 15 y 20 siendo este último inferior con respecto a los días 10 y 15 de cosecha. Se encuentra similitudes con lo reportado por Morales *et al.*, 2007 donde reporta que se encuentran diferencias significativas entre los diferentes días de cosecha habiendo un mayor contenido de materia seca en los días 10 y 15 siendo el día 20 quien presentó menor contenido de materia seca.

Los resultados de los variables productivas destacan el día 10 con mayor rendimiento por kg de semilla sembrada con un rendimiento de 1:5.84 kg de FVH. Sin embargo el día 15 presenta mayor cantidad de gramos de materia seca a pesar de presentar diferencias estadísticas numéricamente no difieren del día 10 por lo tanto se pueden sugerir el día 10 y 15 con las mejores características productivas y químicas para suplementar terneros.

### CONCLUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos se puede observar que los días 10 y 15 de cosecha presentan las características químicas y productivas idóneas para suplementar terneros pos destete. Sin embargo, hace falta aunar más en el análisis químico del FVHM e incluir un análisis químico que nos permita ver el contenido de proteína.

### BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (2005). Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, VA, USA.
- Cañaveral U. (2020). Respuesta productiva de becerros alimentados con ensilados de mango maduro. Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico. Cuajinicuilapa Guerrero México. Pp.3-4.
- Juárez-López, P; Morales-Rodríguez, H, J; Sandoval-Villa M; Gómez Danés A, A; Cruz-Crespo, E; Juárez-Rosete C, R; Aguirre-Ortega J; Alejo-Santiago G; Ortiz-Catón, M. (2010). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Unidad Académica Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (UAENIP), UAN. Secretaría de Investigación y Posgrado, UAN. Pp. 27.
- López, M.L.A. (2005). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Centro de investigación en química aplicada, Saltillo, Coahuila México.
- Morales R, Gómez D, Juárez L, Loya O, Coss A. (2007). FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ AMARILLO (ZEA MAÍZ L.) CON DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA. Universidad Autónoma de Nayarit. Pp.9.



- Meza, Z. (2005). Evaluación de maíz y densidad de siembra en la producción de Forraje Verde Hidropónico. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Agronomía División de Estudios DE Posgrado. Marín Nuevo León. Pp.101.
- Moreno, A. (2018). Evaluación nutricional y económica de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) empleando grano comercial. Universidad Nacional Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar 3 Escuela de Ciencias Agrarias. Costa rica. Pp.97
- Sánchez F, Moreno E, Contreras E; Morales J. (2013). Producción de Forraje Hidropónico de Trigo y Cebada y su Efecto en la Ganancia de Peso en Borregos, Universidad Autónoma Chapingo, México, Revista Chapingo ,19 (4): 35-43.
- Sánchez, A. (2010). Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Facultad de Medicina y Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz Ver. Monografía de licenciatura. Pp.48.
- Salas, P. Esparza, R. Preciado, R. Álvarez, R. Meza, V. Murillo, O. (2012) Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. Interciencia; 37(3):215-220
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10), 3583-3597.
- Zambrano, G. (2015). Comportamiento agronómico y calidad nutricional de dos especies de leguminosas con el método de cultivo forraje verde hidropónico. Guayaquil Ecuador. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias Pp.88