


Artículo Original. Enero-Abril 2016; 6(1): 29-34. Recibido: 12/12/2015. Aceptado: 10/03/2016.

Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours
Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas

Zagal-Tranquilino Marcelino¹, Martínez-González Sergio², Salgado-Moreno Socorro², Escalera-Valente Francisco², Peña-Parra Bladimir² , Carrillo-Díaz Fernando²

¹Estudiante de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nayarit. México. ³Bladimir Peña Parra. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera de cuota Chapalilla-Compostela KM 3.5, Compostela, Nayarit, México. C.P. 63700. bladiuan73@gmail.com

ABSTRACT

Hydroponic Green Forage (HGF) is the product obtained from germinating cereal grains which is harvest after 12 days, and given to animals as diet. In this experiment, the watering was administrated every 24 hours, 1 Lt per each kg of corn, on cardboard trays. Harvest was made at day 13, 14, and 15. Plant height, total yield kg, root kg, stem kg, leaf kg and ungerminated seed kg were measured. The results were statistically analyzed with ANOVA and Tukey. The highest values were at day 13: 30.45 average height \pm 4.5 cm, and a yield of 2.5335 ± 0.3 kg, this due to the 80.5% of germination. It is concluded that, the production of HGF of corn on cardboard trays with irrigation every 24 hours is feasible.

Keywords: germination, yield, cardboard tray.

RESUMEN

El Forraje Verde Hidropónico es el producto obtenido del proceso de germinación de granos de cereales que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales como alimento. En este experimento el riego fue cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz. Se cosechó los días 13, 14 y 15. Se midieron la altura, kg de rendimiento total, % de germinación, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado. Los resultados fueron analizados con ANOVA y Tukey. Los valores mayores fueron en el día 13: altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación. Se concluye que es factible la producción de FVH de maíz en charolas de cartón con riego cada 24 horas.

Palabras clave: germinación, rendimiento, charola de cartón.

INTRODUCCIÓN

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es el producto obtenido del proceso de germinación de semillas de gramíneas o leguminosas (trigo, avena, cebada, maíz.) que después de 12 días es cosechado y suministrado a los animales (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves) como alimento; teniendo como principio el crecimiento de las plántulas a partir de las reservas en las semillas; aunque se puede complementar el riego con soluciones nutritivas, esta técnica puede ser con o sin sustrato. Su masa forrajera es completa: hojas, tallos, semillas y raíces, que se logra gracias al poder germinativo de la semilla, agua y energía solar (Pautrat, 2008; FAO, 2002; Müller *et al.* 2005^{a, b}; Herrera *et al.*, 2007).

Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros ha sido el maíz (*Zea mays* L.), por su elevado valor nutritivo y altos rendimientos (Amador y Boschini, 2000; Elizondo y Boschini, 2001 y 2002), lo cual permite que en diversos medios de producción hidropónicos, se generen elevados y constantes volúmenes de FVH de maíz, produciendo alimento a la mitad del costo convencional de forrajes cultivados a campo abierto.

El rendimiento y la calidad del FVH se ve influida por factores como: la calidad de la semilla, variedad, tiempo de remojo, temperatura, humedad, suministro de nutrientes, profundidad, densidad de siembra y la presencia de hongos. Es deseable que la semilla no contenga más del 12% de humedad; debe de estar libre de impurezas o semillas rotas y contaminadas con hongos, ni presentar contaminantes como insecticidas o fungicidas. Las semillas utilizadas por mencionar algunas para la producción de FVH pueden ser maíz, trigo, avena, cebada (Rodríguez, 2006).

Durante el proceso de producción de FVH la temperatura juega un importante papel, ya que los cultivos tienen un rango de temperatura óptima para la germinación y crecimiento; para el caso de avena, trigo y cebada se requieren de 18 °C a 21 °C; en particular el caso del maíz tiene un rango de 25 °C a 28 °C. La temperatura ideal para el nacimiento de maíz es de 15° C, y para la etapa de crecimiento la temperatura ideal es de 24 °C a 30 °C, (Rodríguez, 2006; FAO, 2001).

En un sistema de cultivo sin suelo, la función de un sustrato es el de proporcionar soporte para el crecimiento de las raíces y constituir una base adecuada para dar soporte mecánico de las plantas (Baixauli y Aguilar, 2002); además de permitir la oxigenación del cultivo 15 a 35% y la retención de agua en 20 a 60% (Romo, 2010). La cantidad y variedad de sustratos es considerable y estos han evolucionado grandemente desde el uso de pajas, turbas, cascarillas de gramíneas, fibra de coco, tezontle, caña de azúcar molida y lana de roca, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2009). Para el caso del FVH es ampliamente difundido que las semillas se coloquen en los contenedores o charolas sin ningún

sustrato, con esto las raíces crecen y se enroscan entre sí, formando virtualmente un “tapete radicular” y que en cierta forma funge como un sustrato que facilita su transporte y manejo en los comederos (Rodríguez, 2006).

La producción de FVH con la técnica comercial, se realiza en charolas de plástico con riego de agua cada 1 o 2 horas; durante el crecimiento del forraje para cosechar aproximadamente el día 12 o 14. Esta actividad se realiza por una persona de tiempo completo de manera manual o por un sistema automatizado equipado con bomba de agua, tuberías, aspersores, tinacos y charolas.

El objetivo del presente estudio fue desarrollar una técnica sencilla y económica para producir forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas en charolas recicladas de cartón reciclado de huevo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó en el invernadero de la Secundaria Técnica No. 2 de Xalisco, Nayarit, en verano. En el interior del invernadero se registró una humedad de 52 hasta 74 % y temperatura ambiental de 27 hasta 33° C. sin luz solar directa, ya que el techo del invernadero es de lámina de asbesto y cubierto de nylon (polietileno natural) alrededor. Se usaron granos de maíz disponible en esta región, producto de semilla F₂ de maíz amarillo (*Zea mays* L.) de la marca Dekalb® híbrido DK 2020. Como sustrato y contenedor se usaron charolas (30x30 cm) recicladas de cartón de huevo, cloro, agua, regla métrica, báscula, Termo-higrómetro y tijeras.

Cada kg de grano de maíz primeramente fue lavado y limpiado de impurezas y material flotante, posteriormente colocarlo en recipiente con agua con 2 % de hipoclorito de sodio, para eliminar agentes patógenos durante 24 horas; después se dejó en un recipiente con pequeños hoyos durante cuatro días, humedeciendo cada 24 horas en un lugar oscuro pero dentro del invernadero. En un tercer momento, se procede a colocar el grano ya iniciado con la germinación en seis charolas (superficie de 90 x 60 cm) de cartón, desinfectadas con agua clorada 24 horas antes, las cuales están sobre una superficie de nylon. El grano fue tapado con las charolas de cartón durante tres días, para favorecer el término de germinación.

A partir de colocar el grano en las charolas, el riego fue cada 24 horas y con un litro de agua por kg de maíz. Se procede a cosechar los días 13, 14 y 15, se cuenta desde el momento en que se colocó el grano en agua; con 10 repeticiones cada día de cosecha. El FVH de las seis charolas respectivas de cada kg de maíz, se procede a medir la altura (se midió en una muestra de diez plántulas a partir de la semilla al ápice), kg de rendimiento total, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado (Vargas,

2008). Los resultados fueron analizados con ANOVA y Tukey con el paquete estadístico SPSS Versión 20.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los resultados encontrados de cada kg de maíz en FVH con charolas de cartón, con riego de agua cada 24 horas y cosecha a los días 13, 14 y 15: kg de rendimiento total, kg de raíz, kg de tallo y hojas, kg de grano no germinado y altura. Los valores mayores fueron de altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación en el día 13. El % de germinación entre menor sea, menor será el rendimiento total de FVH.

Aunque no se realizó un cultivo de microorganismos, cabe señalar que no hubo desarrollo visible de hongos.

Cuadro 1. Rendimiento de un kg de maíz en FVH con charolas de cartón, con riego cada 24 horas y cosecha a los días 13, 14 y 15.

Día de cosecha	Rendimiento total FVH (Kg)	% de germinación	Rendimiento raíz (Kg)	Rendimiento tallo y hoja (Kg)	Semilla no germinada (Kg)	Altura promedio FVH (cm)
Día 13	3.5175±0.5 a	80.5	2.5335±0.3a	0.892±0.2a	0.195±0.05a	30.45± 4.5a
Día 14	2.5335±0.4 b	68.5	1.6795±0.4b	0.541±0.1b	0.312±0.10a	23.81± 3.0b
Día 15	2.9428±0.6 ab	79.9	1.923±0.4b	0.794±0.2a	0.251±0.10a	28.96±2.2a

En un experimento con maíz seleccionado para el cultivo y en charolas de plástico, encontraron a los días de cosecha 8, 10 y 12 con riego solo de agua: altura 13.33, 16.60 y 18.66 cm, raíz 13.33, 14.06 y 14.16 cm, rendimiento de un kg de maíz a forraje verde hidropónico 4.18, 4.43 y 4.78 kg, respectivamente (Morales *et al.*, 2012).

En una investigación se utilizaron semillas híbridas certificadas de maíz SEHIVECA de cultivar HIMECA 2001, lote y tipo k99 004 RED, obtenidas de la Empresa "Semillas Híbridas de Venezuela C.A.", certificadas para un 85% de germinación y cosechadas a los 12 días después del remojo, con soluciones nutritivas; y se encontró el máximo resultado de rendimiento de forraje de 3.86 kg, por cada kilogramo de semilla (Rivera, 2010).

En un experimento con semilla de sorgo, maíz y arroz con irrigación de agua adicionada con solución nutritiva, la relación semilla y material producido, en el caso del sorgo fue de 1: 5.45, para el maíz de 1: 4.3 y para el arroz de 1: 3.58 (Vargas-Rodríguez, 2008). Por su parte, Elizondo (2005) menciona que a partir de 1 kg de semilla, se pueden obtener 9 kg de biomasa.

En un experimento obtuvieron la relación semilla de maíz a forraje verde hidropónico de 1:5.6 a 1:5.1, producido en invernadero bajo las soluciones nutritivas siguientes: té de vermicomposta, té de composta y solución química, (Salas *et al.*, 2012).

La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla; alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm, aproximadamente, en un periodo de 7 a 10 días. La literatura reporta conversiones de semilla a forraje verde de 5 a 1, y hasta 12 a 1; pero siempre con una pérdida de materia seca. En maíz han encontrado rendimientos normales de 6 a 1, con germinación de un 96% de los granos (Carballo, 2000).

Los resultados de este trabajo son menores posiblemente al bajo % de germinación, por el uso de maíz comercial en la zona y sobre todo que el riego fue solo con agua; y la mayoría de trabajos encontrados los regaron con agua adicionada con soluciones nutritivas. Sin embargo, los resultados indican que sí es posible la producción de FVH bajo un riego cada 24 horas.

CONCLUSIÓN

Los valores mayores fueron en altura media de 30.45 ± 4.5 cm, un rendimiento 2.5335 ± 0.3 Kg y un 80.5 % de germinación. Por lo anterior, es factible la producción de FVH en charolas de cartón con riego cada 24 horas; sin embargo es necesario investigar la técnica con el uso de soluciones nutritivas.

LITERATURA CITADA

[AMADOR AL, Boschini C. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. Agronomía Mesoamericana. 2000. 11\(1\): 171-177.](#)

BAIXAULI SC, Aguilar JM. Cultivo sin suelo de hortalizas, Aspectos Prácticos y experiencias. Edita: Generalitat Valenciana Consellería D' Agricultura, Peixca i Alimentació. Valencia, España. 2002.

[CARBALLO Mondaca CR. Manual de procedimientos para germinar granos para alimentación animal. Culiacán, Sinaloa. Marzo, 2 del 2000.](#)

[ELIZONDO J, Boschini C. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. Agronomía Mesoamericana. 2001; 12\(2\): 181-187.](#)

[ELIZONDO J, Boschini C. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. Agronomía Mesoamericana. 2002; 13\(1\): 13-17.](#)

[ELIZONDO J. Forraje verde hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG informa. 2005; \(32\): 36-39.](#)

FAO. Food and Agriculture Organization. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Santiago de Chile. 2001.

FAO. Food and Agriculture Organization. Manual Técnico: Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Chile. 2002.

[HERRERA AM, Depablos L, López R, Benezrra M, Ríos L. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz \(*Zea mays*\). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista Científica FCV-LUZ. 2007; \(4\): 372-379.](#)

[SALAS Pérez L, Esparza Rivera JR, Preciado Rangel P, Álvarez Reyna VP, Meza Velázquez JA, Velázquez Martínez JR, Murillo Ortiz M. Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz \(*Zea mays*\) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. Interciencia. 2012; 37\(3\):215-220.](#)

[MORALES-Rodríguez HJ, Gómez-Danés Alejandro A, Juárez López P, Loya Olguín L, Ley de Coss A. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo \(*zea maíz I.*\) con diferente concentración de solución nutritiva. Abanico Veterinario. 2012; 2 \(3\): 20-28.](#)

[MÜLLER L, Santos O, Manfron P, Haut V, Binotto E, Medeiros S, Dourado D.. Produção e qualidade bromatológica de gramíneas em sistema hidropônico. Uruguiana. Revista da FZVA \(Brasil\). 2005^a; 12\(1\): 88-97.](#)

[MÜLLER L. Manfron P, Santos O, Medeiros S, Haut V, Dourado D, Binotto E, Bandeira A. Produção e composição bromatológica da forragem hidropônica de milho, *Zea mays* L., com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita. Zootecnia Trop. 2005^b; 23\(2\): 105-119.](#)

PAUTRAT W. Producción de forraje verde hidropónico de cebada para la alimentación de cuyes. INIA. Junín - Perú. 2008.

[RIVERA A, Moronta M, González-Estopiñán M, González D, Perdomo D, García DE, Hernández G. Producción de forraje verde hidropónico de maíz \(*Zea mays* L.\) en condiciones de iluminación deficiente. Zootecnia Trop. 2010. 28\(1\): 33-41.](#)

RODRÍGUEZ SA. Como producir Forraje verde hidropónico. 3^a Edición. Editorial Diana. Impreso en México. 2006.

[RODRÍGUEZ RGS, Hernández-Acosta DL, Flores-Sáenz IC, Escobedo-Cisneros, Quintero-Ramos A, Santana-Rodríguez V, Rodríguez-Rodríguez SM. Cascarrilla de avena y paja de trigo utilizados como sustrato para la producción de forraje verde hidropónico. Tecnociencia Chihuahua. 2009; 3\(3\).](#)

[VARGAS-Rodríguez CF. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana 2008. 19\(2\): 233-240. ISSN: 1021-7444.](#)