



Efecto de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha en el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz (*zea mays*) en Santa Elena

"Effect of nutritional solutions and harvest times on the performance and nutritional quality of hydroponic green maize forage (*zea mays*) in Santa Elena"

*Artículo resultado de proyecto de investigación financiado por
La Universidad Estatal de Santa Elena*

*Yuinson Aregorio Suárez Reyes
Universidad Estatal de Santa Elena
<https://orcid.org/0000-0002-2657-8180>
yuinson.suarezr@upse.edu.ec
Santa Elena - Ecuador*

*Néstor Acosta Lozano
Universidad Estatal de Santa Elena
<https://orcid.org/0000-0003-1307-6699>
nestor.acostal@upse.edu.ec
Santa Elena - Ecuador*

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>

Publicada por: Instituto Edwards Deming
Quito - Ecuador
Julio - Diciembre vol. 1. Num. 4 2019

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

RECIBIDO: 13 DE ABRIL 2018
ACEPTADO: 5 DE JULIO 2018
PUBLICADO: 4 DE JULIO 2019

RESUMEN

Este método se practica sin suelo, permite producir a partir de la germinación temprana de semillas una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible hasta en un 100 % y con una buena digestibilidad, de este modo se consume la totalidad de la planta incluida las raíces que forman una capa gruesa en el fondo de la bandeja, además es un suministro constante de alimento durante todos los días del año, evitando alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumento en la fertilidad y en general todas las ventajas que los animales puedan obtener cuando estos se encuentran bien nutridos de bacterias nativas de *Rhizobium*, en la comuna Prosperidad, cantón Santa Elena. Actualmente es utilizado en muchos países de América tales como México, Colombia, Brasil, Argentina, estos países realizan investigaciones constantes para mejorar la técnica y presentarle como la mejor alternativas para la alimentación en producciones bovinas, ovinas, caprinas, equinas, porcinas, conejos y aves alcanzando excelentes niveles de producción a nivel mundial En el Ecuador son pocas las investigaciones realizadas en FVH, esto se debe a que la mayor zona ganadera se encuentran en la Sierra y Oriente donde existe condiciones favorables para el cultivo de pastos y forrajes, en contraste con lo que sucede en la Costa, que por las variaciones climáticas se ve influenciada directamente la producción de forrajes y esto repercute en el desarrollo del ganado afectando especialmente los meses de agosto hasta diciembre.

PALABRAS CLAVE: calidad nutricional, producción, efecto de soluciones

ABSTRACT

This method is practiced without soil, it allows to produce from the early germination of seeds a forage mass of high nutritional value, consumable up to 100% and with good digestibility, thus consuming the entire plant including the roots that form a thick layer at the bottom of the tray, it is also a constant supply of food every day of the year, avoiding digestive disturbances, less incidence of diseases, increased fertility and, in general, all the advantages that animals can obtain when these are well nourished with native Rhizobium bacteria, in the Prosperidad commune, Santa Elena canton. Currently it is used in many countries in America such as Mexico, Colombia, Brazil, Argentina, these countries carry out constant research to improve the technique and present it as the best alternatives for feeding in bovine, ovine, goat, equine, porcine, rabbit and birds reaching excellent production levels worldwide In Ecuador there are few investigations carried out in FVH, this is due to the fact that the largest livestock area is found in the Sierra and Oriente where there are favorable conditions for the cultivation of pastures and forages, in contrast with what happens on the coast, which due to climatic variations is directly influenced forage production and this affects the development of livestock, especially affecting the months of August to December.

KEY WORDS: nutritional quality, production, effect of solutions

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología que se presenta como una alternativa alimenticia para animales en explotaciones pecuarias monogástricas y poligástricas en ambientes desérticos o semidesérticos, con la finalidad de ayudar a los productores agropecuarios afectados por la variabilidad del clima y la falta de lluvias que impiden producir buenos forrajes para la alimentación del ganado.

Este método se practica sin suelo, permite producir a partir de la germinación temprana de semillas una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible hasta en un 100 % y con una buena digestibilidad, de este modo se consume la totalidad de la planta incluida las raíces que forman una capa gruesa en el fondo de la bandeja, además es un suministro constante de alimento durante todos los días del año, evitando alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumento en la fertilidad y en general todas las ventajas que los animales puedan obtener cuando estos se encuentran bien nutridos (GÓMEZ, 2007).

Actualmente es utilizado en muchos países de América tales como México, Colombia, Brasil, Argentina, estos países realizan investigaciones constantes para mejorar la técnica y presentarle como la mejor alternativa para la alimentación en producciones bovinas, ovinas, caprinas, equinas, porcinas, conejos y aves alcanzando excelentes niveles de producción a nivel mundial (FAO, 2001) .

En el Ecuador son pocas las investigaciones realizadas en FVH, esto se debe a que la mayor zona ganadera se encuentran en la Sierra y Oriente donde existe condiciones favorables para el cultivo de pastos y forrajes, en contraste con lo que sucede en la Costa, que por las variaciones climáticas se ve influenciada directamente la producción de forrajes y esto repercute en el desarrollo del ganado afectando especialmente los meses de agosto hasta diciembre.

En la provincia de Santa Elena no existen investigaciones sobre el FVH esto se debe a la falta de recursos de los pequeños productores pecuarios que deben soportar extensos periodos de sequías y el ganado queda a expensas de enfermedades por la mala nutrición que estos tienen durante este período.

La provincia de Santa Elena se caracteriza por tener condiciones de lluvias esporádicas, en el año aproximadamente 100 mm (INAMHI, 2013), estas condiciones no permiten el crecimiento adecuado de pastizales para alimentación de ganado, este antecedente se repite cada año manteniendo estándares de producción muy bajos en comparación con otras zonas ecológicas de Ecuador.

Resultaría una buena opción la implementación de un sistema de producción de FVH de maíz (*Zea mays*) en la península de Santa Elena para la alimentación del ganado y una gran cantidad de animales domésticos, utilizándolo como un alimento no tradicional de alta calidad nutricional, buena digestibilidad y muy apto para su consumo.

La provincia de Santa Elena posee una gran producción de maíz que el gobierno nacional está estableciendo en territorios comunales a través de proyectos para el beneficio de pequeños agricultores de la zona, la iniciativa del estudio es tomar parte de esta producción y cultivar FVH de maíz con fines de alimentación animal.

La calidad nutricional del FVH depende de las fuentes nutritivas aplicadas durante su periodo de crecimiento, además los tiempos de cosecha interfieren para lograr una buena producción, por tales motivos se justifica la realización del experimento y de esta manera se pueda recomendar a los productores pecuarios de la zona como una alternativa válida para mejorar las condiciones nutricionales de los animales en explotaciones pecuarias de la provincia de Santa Elena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la finca ganadera La Sevilla, situada en la comuna San Marcos, parroquia Colonche, cantón y provincia de Santa Elena con coordenadas geográficas 05° 41' 54" de latitud Sur y 97° 77' 35" de longitud Oeste, la zona cuenta con temperatura promedio anual de 28 °C, precipitación anual de 100 mm y una humedad relativa del 64 % (INAMHI, 2013).

La fecha inicial del experimento fue el 1 de octubre de 2014, se manifiesta además que anteriormente se realizó algunos ensayos en el centro de apoyo de la UPSE ubicado en la cabecera parroquial de Colonche para corregir aspectos importantes en la germinación, manejo y producción de FVH.

Durante este tiempo se pudo verificar detalles como la inclinación de las bandejas para evitar encharcamientos de agua en las unidades experimentales, se determinó el porcentaje de germinación del maíz a utilizar en el experimento y las perchas se redujeron a un solo nivel para que todos los tratamientos reciban la misma cantidad de luz. El experimento culminó en diciembre del mismo año.

Materiales y equipos

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 4 x 3 (3 soluciones nutritivas + 1 testigo x 3 tiempos de cosecha) y 3 repeticiones por cada tratamiento, (Cuadro 1A) y los resultados fueron analizados en el paquete estadístico INFOSTAT para Windows 7 y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey $p \leq 0.05$ de probabilidad.

Bombas CP3 capacidad 20 litros

Bandejas

Perchas para bandejas

Termo-higrómetro digital

Medidor de humedad relativa

Cinta medidor de pH

Balanza analítica

Balanza electrónica

Baldes plásticos

Jarra con medidas en litros

Flexómetro

Regla

Plástico negro

Fundas plásticas herméticas

Fundas de papel

Tijera

Machete

Reloj

Frascos de vidrio oscuro

Cámara fotográfica

Libreta de apuntes

Marcador permanente

Hielera de espuma flex
Soluciones nutritivas
Agua de riego
Hipoclorito de sodio (NaClO).

RESULTADOS

En el Cuadro 10 se detalla la altura de plantas del experimento. A los 12 días de cosecha la mayor altura de plantas se obtuvo con el tratamiento FAO con un promedio de 28,79 cm seguido de La Molina con 26,56 cm y Hoagland con 25,42 cm siendo el Testigo el de menor altura con 21,66 cm, con un coeficiente de variación de 1,42 % demostrando que existieron cuatro grupos estadísticos diferentes. A los 15 días de cosecha se presentaron dos grupos estadísticos siendo FAO, La Molina y Hoagland iguales estadísticamente con 25,90; 25,42 y 24,75 cm, respectivamente ($p \leq 0.05$), y el Testigo se encuentra en el otro grupo estadístico con menor altura (20,25 cm) con un coeficiente de variación de 3,18 %. En la provincia de Santa Elena no existen antecedentes de investigaciones realizadas en forrajes verdes hidropónicos por tal razón se consideraron las evidencias obtenidas en otras provincias y países para comparar y discutir los resultados alcanzados en ésta investigación.

Los tratamientos que alcanzaron la mayor altura de plantas fueron FAO 12 días con 28,79 cm y La Molina 18 días con 27,51 cm, estas medias superaron a los reportados por MALDONADO *et al.* (2013) con 14,85 cm a los 15 días y MORALES *et al.* (2012) con 23,03 cm a los 12 días; fueron similares a los obtenidos por LEÓN *et al.* (2005) con 26,87 cm a los 18 días de cosecha e inferiores a los conseguidos por RIVERA *et al.* (2010) con 29,29 cm cosechado a los 11 días. Los tratamientos FAO, La Molina y Hoagland cosechados a los 12 días obtuvieron mejores rendimientos en la producción de biomasa con 548,10; 545,40 y 545,10 kg/m²/año, respectivamente, siendo el mejor FAO a los 12 días. Estos resultados son altamente superiores a los reportados por MORALES *et al.* (2012) con 158,10 kg/m²/año a los 12 días y SALAS *et al.* (2010) con 497,70 kg/m²/año a los 14 días. LÓPEZ *et al.* (2009) supera estos resultados con 551,20 kg/m²/año cosechado a los 14 días.

CONCLUSIONES

El efecto de las soluciones nutritivas Hoagland, La Molina y FAO influenciaron positivamente en el desarrollo del FVH de maíz *Agri 104* producido en Santa Elena, mostrando una mayor eficiencia y calidad nutricional, estos niveles de producción superaron a los Testigos en cada uno de los tratamientos experimentales.

La solución nutritiva FAO mostró más eficiencia en los resultados agronómicos y bromatológicos, aunque no fue en todas las variables experimentales pero se la considera como más eficiente por alcanzar mejores resultados en la producción de la biomasa, materia seca, proteína cruda y materia orgánica en kg/m² y kg/m²/año.

El tiempo óptimo para la cosecha del FVH de maíz fue los 12 días después de la siembra, las razones están en las proyecciones anuales ya que cuando menor sea el tiempo de producción se tendrá más periodos de cosechas al año; en otras palabras se tendría más alimento para el ganado en el año. Además, la calidad nutricional del FVH de maíz no tiene una variación considerable con el tiempo de cosecha.

Los resultados bromatológicos obtenidos estuvieron acordes con otras investigaciones realizadas en FVH de maíz tanto nacional como internacional, sobresaliendo los tratamientos FAO y La Molina con mejores resultados en EB, EE, FDN y FDA mostrando su eficiencia para este tipo de cultivo. La relación beneficio/costo indica que los tratamientos cosechados a los 12 días generan utilidades a partir de 0,12 USD como base del precio de cada kg de FVH de maíz; si se cosechara a los 15 y 18 días se tendría que aumentar el precio a 0,20 y 0,25 USD, respectivamente, para obtener utilidades.

REFERENCIAS

- ADUM LIPARI MIGUEL. s.f. Opciones Agropecuarias 3. Hidroponía para Estabulación de Cabras. Guayaquil, Ecuador.
- AGROBIT. 2008. Consultado el 2 de mayo de 2015. Disponible en: [http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci%5C477_ga000012pr\[1\].htm](http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci%5C477_ga000012pr[1].htm)
- CASTRO RAMÍREZ A. s.f. Gerente Programa Nacional de Especies Menores. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
- CERRILLO SOTO MARÍA ANDREA. 2012. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. Durango, Mexico.
- CHAUDHARY, DHARAM PAUL; KUMAR, SANDEEP; SINGH, SAPNA. 2013. Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses. Retrieved from <http://www.ebib.com>.
- CHANG LA ROSA M. 2006. Producción de forraje hidropónico y germinado. Universidad Agraria La Molina. Perú.
- DE GRACIA M. 2011. Guía para el análisis bromatológico de muestras de forrajes. Laboratorio de Nutrición Animal Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Panamá. Panamá.
- ELIZONDO J. 2001. Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG. Santiago, Chile.
- ESPINOZA VILLAVICENCIO J., PALACIOS ESPINOZA A., ÁVILA SSERRANO N., GUILLÉN TRUJILLO A., DE LUNA R., ORTEGA PÉREZ R. y MURILLO A. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México. 385-390 p.
- FAO. 2001. Manual Técnico "Producciones de Forraje Verde Hidropónico". Santiago, Chile.
- FAO. 2008. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición animal. Consultado el 21 de febrero de 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S02.htm>
- GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. 2009. Recent Advances in Animal Nutrition 2008. Retrieved from <http://www.ebib.com>. 43 p.
- GILSANZ JC., 2007. Hidroponía. Programa Nacional de Producción Hortícola Est. Expt. Las Brujas. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología Andes. Montevideo, Uruguay.
- GÓMEZ HIDALGO MI., 2007. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. 75 p.
- GOYOAGA JORBA C. 2005. Estudio de factores no nutritivos en "vicia faba i.": influencia de la germinación sobre su valor nutritivo. Madrid, España.

- HERRERA ANGULO ANA. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje Hidropónico de Maíz (*Zea mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Maracaibo, Venezuela.
- HIDROORGAN. 2014. Consultado el 29 de enero de 2014. Disponible en http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=128
- INAMHI. 2013. Consultado el 4 de septiembre de 2014. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INSTITUTO DE TECNOLOGÍA OBŠHCHESTVO REMESLENNOGO ZEMLEDELCHESKOGO TRUDA ORT. 2009. Análisis Bromatológicos. Buenos Aires, Argentina.
- JONES, JR., J. BENTON. 2014. Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. Retrieved from <http://www.ebib.com>. 49 p.
- LEÓN S. 2005. Efecto del fotoperiodo en la producción de FVH de maíz con diferentes soluciones nutritivas para la alimentación de conejos en el período de engorde. Escuela Superior de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- LLANOS P. 2001. La Solución Nutritiva, Nutrientes Comerciales, Fórmulas Completas WALCO S.A. Bogotá, Colombia.
- LÓPEZ AGUILAR R., MURILLO AMADOR B. Y RODRÍGUEZ QUEZADA G. 2009. El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas Interciencia. Caracas, Venezuela.
- MANUAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO. 2007. En línea. Consultado el 26 de noviembre de 2013. Disponible en: http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Forraje_verde_hidroponico_produccion.htm.
- MALDONADO TORRES R., ÁLVAREZ SÁNCHEZ M., CRISTÓBAL ACEVEDO D. y RÍOS SÁNCHEZ E. 2013. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Revista Chapingo serie horticultura. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- MARULANDA CÉSAR. 2003. Manual Técnico. La Huerta Hidropónica Popular. Santiago, Chile.
- MORALES RODRÍGUEZ H., GÓMEZ DANÉS A., JUÁREZ LÓPEZ P. y LOYA OLGUÍN L. 2012. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz*) con diferente concentración de solución nutritiva. Universidad Autónoma de Nayarit. Argentina.
- NAVA JR. 2005. Alimento balanceado forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos. Revista Electrónica de Veterinaria. España.
- ORDÓÑEZ ORDÓÑEZ MARÍA. 2011. "Evaluación de forraje hidropónico de avena y maíz en la alimentación de cobayos en la parroquia Vilcabamba del cantón de Loja". Loja, Ecuador.
- PALOMINO K. 2008. Producción de forraje hidropónico. Primera Edición. Editorial MACRO. Perú. 95 p.
- RIVERA ALVIS., MORONTA MARÍA. y GONZÁLEZ MARIO. 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. Trujillo, Venezuela.
- RODRÍGUEZ A. 2001. Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.