



Producción de tres variedades de Forraje verde hidropónico con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado

Production of three varieties of hydroponic green forage with different doses of nitrogen fertilizer

Valverde-Lucio Yhony, Ayón-Villao Fernando, Orlando-Indacochea Francisco, Alcívar-Cobeña José Luis, Gabriel-Ortega Julio*

Datos del Artículo

Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), km 1.5 vía a Noba, Campus Los Ángeles, Jipijapa Manabí, Ecuador.

yhony.valverde@unesum.edu.ec
fernado.ayon@unesum.edu.ec
jose.alcivar@unesum.edu.ec
nestor.orlando@unesum.edu.ec

*Dirección de contacto:

Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí 10 (UNESUM), km 1.5 vía a Noba, Campus los Ángeles, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Telf. 05-11 2600229.

Julio Gabriel-Ortega.

E-mail address :

Julio.gabriel@unesum.edu.ec
j.gabriel@proimpa.org

Palabras clave:

FVH,
dosis,
crecimiento,
tratamiento,
producción.

J. Selva Andina Res. Soc.
2018; 9(2):120-126.

Historial del artículo.

Recibido febrero, 2018.
Devuelto mayo 2018
Aceptado junio, 2018.
Disponible en línea, agosto, 2018.

Editado por:
Selva Andina Re-
search Society

Key words:

HGF,
dose,
growth,
treatment,
production.

Resumen

En el cantón San Vicente, provincia de Manabí, Ecuador, se estableció los cultivos de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo como forraje verde hidropónico (FVH), los objetivos fueron: i) determinar la variedad de FVH de mayor respuesta productiva a nivel de peso con diferentes dosis de fertilización nitrogenada (FN), ii) comprobar la producción de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo como forraje verde hidropónico (FVH) y iii) evaluar mediante un análisis de beneficio/costo el tratamiento de mayor rentabilidad productiva. Los factores de estudio fueron: Factor A: Variedades, se probó al maíz amarillo variedad INIAP 542, maíz blanco INIAP 528 y sorgo forrajero variedad Pampa verde. Factor B: dosis nitrogenadas de 1, 2 y 3 g/L, correspondiente a 460, 920 y 1380 ppm. El experimento fue implementado en un diseño de experimental de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de 3 x 2, con nueve tratamientos y cinco repeticiones, con 45 unidades experimentales. Los resultados determinaron mayor crecimiento del maíz blanco a 1g de FN/L de agua, con 36.40 cm de longitud, mayor peso se obtuvo del maíz amarillo a 1 g de FN/L con 6.60 kg por bandeja de 50 cm x 70 cm de FVH, a nivel económico el mejor tratamiento fue el maíz blanco a 1 g de FN/L con una rentabilidad del 0.56 % y un beneficio neto de 1.39 \$us por bandeja de FVH. Se concluye que el maíz blanco responde de mejor manera a la fertilización nitrogenada en condiciones hidropónicas, con mayor crecimiento y a menor costo de producción.

2018. Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

In the San Vicente canton, province of Manabí, Ecuador, the crops of white corn, yellow corn and sorghum were established as hydroponic green fodder (HGF), the objectives were: i) to determine the variety of HGF with the highest productive response at the weight level with different doses of nitrogen fertilization (NF), ii) to verify the production of white corn, yellow corn and sorghum as hydroponic green fodder (HGF) and iii) evaluate through a benefit/cost analysis the treatment with the highest productive profitability. The factors of study were: Factor A: Varieties, the yellow corn variety INIAP 542 was tested, white corn INIAP 528 and sorghum as hydroponic green fodder (FVH) and iii) evaluate through a benefit/cost analysis the treatment with the highest productive profitability. The factors of study were: Factor A: Varieties, where the yellow maize variety INIAP 542, white maize INIAP 528 and forage sorghum variety Pampa verde were tested. Factor B: nitrogenous doses of 1, 2 and 3 g / L, corresponding to 460, 920 and 1380 ppm. The experiment was implemented in a randomized complete block design (BCA) with a factorial arrangement of 3 x 2, with nine treatments and five replications, which corresponded to 45 experimental units. The results determined a greater growth of white corn at 1g of FN/L of water, with 36.40 cm in length, greater weight was obtained from yellow corn to 1 g of FN/L with 6.60 kg per tray of 50 cm x 70 cm of FVH, economically the best treatment was white corn to 1 g of FN/L with a profitability of 0.56% and a net profit of 1.39 \$us per FVH tray. It's concluded that white corn responds better to nitrogen fertilization under hydroponic conditions, with higher growth and lower production costs.

© 2018. Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

La producción de forraje, constituye una alternativa para la alimentación de rumiantes, por lo tanto contar con forraje la mayor parte del año, es fundamental en cualquier explotación ganadera bovina. Sin embargo el sector costanero de la provincia de Manabí sufre de una amplia época seca que implica los meses de mayo a diciembre (Cartaya *et al.* 2016), lo que provoca escasez de forraje, afectando a la mayoría de los ganaderos pequeños y medianos, ocasionándoles anualmente pérdidas económicas considerables (La Hora 2016) por disminución de los índices productivos de carne y leche, además en San Vicente mueren decenas de animales cada año. Problemática difícil de resolver sino se encaminan investigaciones alternativas a garantizar la alimentación del ganado bovino durante todo el año.

El forraje verde hidropónico (FVH) un producto obtenido del proceso de germinación de semillas de gramíneas o leguminosas (trigo, avena, cebada, maíz) alimento de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello (FAO 2001), suministrado a los animales (bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves), 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 (Zagal-Tranquilino 2016).

FVH, es una alternativa válida en sectores que sufren de escases de agua para riego, o que por las condiciones propias del trópico, resulte difícil durante la época seca la producción en el suelo. El

FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o “green fodder hydroponics” en un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (FAO 2001).

El FVH una técnica de producción de alimento para ganado, se emplea 1 m³ 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 80 kg de materia seca (MS) de forraje de buena calidad nutricional para alimentar diversos tipos de ganado (Maldonado-Torres *et al.* 2013)

La mayor conversión de semilla utilizada a FVH fue registrada en la densidad de siembra (DS) 2.0 kg•m⁻². Los rendimientos de FVH y MS en las tres DS fueron similares al de las principales especies forrajeras, pero en una superficie 100 veces menor, sin uso de agroquímicos y utilizando 30-50 veces menos agua (López-Aguilar *et al.* 2009).

FVH, es una alternativa importante de alimento para los actuales sistemas semi-intensivos e intensivos de la producción pecuaria. Así, FVH es el resultado de utilizar el poder germinativo de los granos (cebada, maíz, trigo, entre otras) que liberan todos los nutrientes del grano para permitir que la planta crezca, al estar todos los nutrientes liberados, éstos están inmediatamente disponibles y digeribles para que los animales lo consuman, aprovechando los nutrientes básicos necesarios, para un crecimiento y desarrollo eficientes en las especies animales (Gómez-Hidalgo 2007).

Por lo indicado, la presente investigación tuvo como objetivos: i) determinar la variedad de FVH de mayor respuesta productiva a nivel de peso con diferentes dosis de fertilización nitrogenada (FN), ii) comprobar la producción de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo como FVH y iii) evaluar mediante un análisis de beneficio/costo el tratamiento de mayor rentabilidad productiva.

Materiales y métodos

Localización. Esta investigación se realizó en el cantón San Vicente - provincia de Manabí, ubicado a 00°36'457" longitud sur y 080°24'283" latitud norte, a 20 msnm, con temperatura promedio de 26 a 32 °C, precipitación promedio de 443 mm anuales y heliofanía de 900 horas luz (www.sanvicente.gob.ec 2017).

Condiciones del experimento. Previo a la siembra del material vegetal, se construyó un invernadero de 5 x 6 m, con una infraestructura de madera, caña y para el cerramiento se utilizó sarán, dentro del invernadero se construyeron mesas de madera, que se utilizaron para colocar las bandejas plásticas, luego se procedió a desinfectar con cloro de uso doméstico en dosis 1 mL/L de agua el invernadero y todos los utensilios.

Las semillas de maíz blanco INIAP 528, maíz amarillo INIAP 542 y sorgo (variedad Pampa Verde), fueron sumergidas en agua por 24 h para su hidratación y lograr una completa inhibición (Juárez-López *et al.* 2013), se oreó por 24 h. Se sembró, distribuyendo 1.5 lb de semillas pre-germinadas a una densidad de 3.6 kg/m² en bandejas plásticas de siembra de 50 x 40 x 10 cm, que contaban con orificios de drenaje y aireación. La temperatura promedio dentro del invernadero fue de 25 °C.

Metodología. Se lavó y desinfectó las semillas de maíz con cloro aplicando un 1 mL/L de agua, se seleccionó y remojo en recipientes plásticos por 24 h. Transcurrido este tiempo, se sacó las semillas del remojo, lavándolas otra vez para dejarlas oreando bajo sombra por 24 h más, finalmente se procedió a sembrar las semillas en las bandejas.

Los primeros cuatro días se regó con agua dos veces al día, a las 09:00 y 17:00, el riego se realizó utilizando una bomba de fumigar, se humedeció las semillas y se las cubrió a fin de evitar que los rayos del sol las secan y afectaran la germinación.

Solución nutritiva. Se aplicó tres soluciones de FN, todas disueltas en dosis de 1 L de agua, de 1, 2 y 3 g de urea, correspondiente a 460, 920 y 1380 ppm, considerando una concentración de nitrógeno del 46%. El riego a las bandejas se inició con la siembra de la semilla en las bandejas, empleándose un 1 L de agua de la solución por bandeja, con una frecuencia de riego de dos veces al día, a las 09:00 y 17:00, el riego se realizó manualmente con una bomba de fumigar de capacidad de 10 L.

Los fertilizantes se aplicaron al 5^{to} y al 8^{vo} día, posteriormente se utilizó nuevamente agua, hasta la cosecha, que fue realizada a los 25 días después de la siembra.

Tabla 1 Tratamientos realizados en la investigación de forraje hidropónico

Nº	Nomenclatura	Factor A	Factor B
1	A1*B1	Maíz Amarillo	Nitrógeno 1 g/L
2	A1*B2	Maíz Amarillo	Nitrógeno 2 g/L
3	A1*B3	Maíz Amarillo	Nitrógeno 3 g/L
4	A2*B1	Sorgo	Nitrógeno 1 g/L
5	A2*B2	Sorgo	Nitrógeno 2 g/L
6	A2*B3	Sorgo	Nitrógeno 3 g/L
7	A3*B1	Maíz Blanco	Nitrógeno 1 g/L
8	A3*B2	Maíz Blanco	Nitrógeno 2 g/L
9	A3*B3	Maíz Blanco	Nitrógeno 3 g/L

Diseño experimental. Los factores de estudio fueron: *Factor A:* forrajes, se evaluó al maíz amarillo INIAP 542, maíz blanco INIAP 528 y sorgo forrajero variedad Pampa Verde. *Factor B:* dosis nitrogenadas de 1, 2 y 3 g/L de agua respectivamente. El experimento fue implementado en un diseño de experimental de bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial de 3 x 2 (Gabriel *et al.* 2017), con nueve tratamientos y cinco repeticiones, que correspondieron a 45 unidades experimentales (UE) (Tabla 1). No se utilizó ningún testigo, debido a que este tipo de investigación no se realizó antes en la zona.

Variables de respuesta. La cosecha se realizó 25 días después de la siembra, se evaluaron, altura, peso y estimación económica. Para la altura de la planta (AP) se usó una regla graduada, midiendo la altura desde la base de la semilla hasta el ápice de la hoja. El peso del forraje (PF) se evaluó con una balanza con una capacidad de 10 kg.

Análisis estadístico. Previo análisis de varianza se realizó un análisis de normalidad y de homogeneidad de varianzas. Los datos obtenidos se analizaron con un modelo fijo, y la comparación de medias se realizó utilizando el test de Tukey al 0.05 de probabilidad. Para ambos análisis se utilizó el software Infostat (Gabriel *et al.* 2017).

Análisis del costo/beneficio. Se realizó un análisis de presupuestos parciales para determinar el beneficio/costo de los tratamientos aplicados (CIMMYT 1988, Quiroga & Blajos 1995).

Resultados

El mayor rendimiento de biomasa fue obtenido por el maíz amarillo con FN del 1 g, con 6.4 kg, siguiendo el maíz blanco con FN de 1 g/L de agua con un peso de 6.3 kg, la más baja fue el sorgo, con

FN del 3 g/L de agua con un peso de 3.9 kg. Entre los tratamientos de maíz blanco y amarillo con 1 g/L agua, no hubo diferencias significativas según la prueba de Tukey al $Pr < 0.05$ de probabilidad (Tabla 2). Pero si se observó diferencias significativas ($Pr < 0.05$) entre el maíz y el sorgo.

Tabla 2 Producción de FVH de maíz amarillo, blanco y sorgo

Variedad	Dosis	Peso K	Altura	Rentabilidad %
Maíz amarillo	1 g/L	6.4 ^a	35 ^{ab}	0.50
Maíz amarillo	2 g/L	5.2 ^{bcd}	31.4 ^{bc}	0.18
Maíz amarillo	3 g/L	4.6	26.8 ^c	0.01
Sorgo	1 g/L	4.9	24.8	0.28
Sorgo	2 g/L	4.4	21	0.1
Sorgo	3 g/L	3.9	16.8	-0.07
Maíz Blanco	1 g/L	6.3 ^{ab}	36.4 ^a	0.56
Maíz Blanco	2 g/L	5.6 ^{bc}	32.6 ^{bc}	0.37
Maíz Blanco	3 g/L	5.2 ^{bcd}	26.2	0.24

Las letras iguales en el peso, altura y rentabilidad no denotan diferencias significativas al $Pr < 0.05$ de probabilidad con la prueba de Tukey

El factor B (porcentaje de fertilización), presentó tres rangos de significación estadística, el mayor corresponde a la aplicación de 1 g de urea con 36.4 cm del maíz blanco y el rango más bajo se presentó en el tratamiento de sorgo forrajero, en la aplicación de nitrógeno de 3 g con 16.4 cm.

En el cálculo de presupuestos parciales, los tratamientos maíz amarillo + FN 1 g/L de agua, maíz blanco + FN 1 g/L de agua, fueron los que tuvieron mayor peso y desarrollo, el de menor beneficio fue el tratamiento maíz blanco y FN de 1g/L de agua, con un beneficio de 0.56 cent de dólar, el tratamiento de sorgo + FN 3 g/L de agua genero pérdidas de -0.07 cent.

Discusión

En nuestro estudio el sorgo no genera la suficiente biomasa, contrariamente a lo reportado por Vargas-

Rodríguez (2008) que al comparar la producción de biomasa entre maíz, sorgo y arroz, reportó que el mayor rendimiento de biomasa se obtuvo en sorgo negro forrajero. Las bandejas de 720 cm² de semilla lograron producir 21.65 kg de FVH, equivalentes a 5.45 kg/kg de semilla, superando al maíz en 1 kg por UE.

En otra investigación, (González-González & Blandón-Valdivia 2013), evaluaron cuatro variedades de sorgo, los resultados obtenidos no fueron satisfactorios con respecto a la producción de biomasa, obteniéndose en el mejor de los casos 7.56 kg/m² con el uso de 2 kg de semilla.

González-González & Blandón-Valdivia (2013) en sorgo, obtuvieron una altura de 14.78 cm en 12 días, lo que guarda relación con nuestra investigación, considerando que la cosecha se efectuó a los 25 días.

Nuestros resultados sugieren que la respuesta de la producción del sorgo posiblemente fue afectada por la temperatura y el tipo de sistema de riego, asimismo se debe considerar que no es común sembrar sorgo, y que el experimento se realizó en un invernadero con limitaciones tecnológicas.

Se debe considerar que el FVH es un alimento succulento de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del periodo de crecimiento) y su aptitud comestible para los animales. Su valor nutritivo deriva de la germinación de las semillas. El FVH es rico en vitaminas, especialmente la A y E, contiene carotenoides que varían de 250 a 350 mg por kg de MS, posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, su digestibilidad es alta puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa (Juárez-López *et al.* 2013), se puede obtener de maíz, arroz, avena, sorgo, entre otros (Osorno-Reyes & Gonzáles-Murillo 2012). Si bien estos aspectos no fueron considerados en el estudio que realizamos, era necesario mencionarlos.

Asimismo se debe indicar que Rivera *et al.* (2010) y Juárez-López *et al.* (2013), señalaron que la conversión de semilla de pasto fue de 1 kg de semilla/7 kg de forraje en promedio, obteniendo 3.86, 3.82 y 3.32 kg/kg de semilla de maíz sembrado, lo que fueron considerados como muy elevados comparado con el cultivo en campo abierto.

Juarez-López *et al.* (2013) reportaron en 12 días la altura del maíz hidropónico con 100% de solución nutritiva, llegando a medir 32.33 cm. En cambio, López & Mcfield (2013), en 12 días obtuvieron una altura de 26 cm en FVH de maíz. Estos resultados demostraron que se desaprovecho el tiempo y el material vegetativo.

En lo que respecta a biomasa de maíz Morales-Rodríguez *et al.* (2012) obtuvieron un peso de 5.23 kg con 75% de solución nutritiva, inferior a lo obtenido en nuestra investigación.

En lo referente al uso de fertilizantes López-Pascua & Mcfield-Garcia (2013) probaron tres tipos de fertilizantes, entre los que destaca la urea, alcanzando una producción de 17.9 kg/m², lo que representaría una producción de 3.58 kg en bandejas de 50 x 40 cm, utilizando 0.5 lb de semilla, y con un tiempo de cosecha de 12 días.

Investigaciones realizadas determinan que son varios los aspectos que invitan a los productores ganaderos a explotar los FVH, pues implican menores inversiones a nivel de costo de producción, siendo eficiente en el uso de espacio. En general, el costo de producción de FVH es 10 veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos. Se debe destacar que existe una eficiencia en el tiempo de producción, llegando a obtenerse FVH hasta en 12 a 20 días, dependiendo de las condiciones de temperatura, luminosidad, humedad, entre otro (Romero-Valdéz *et al.* 2009, Aguirre *et al.* 2014).

El análisis económico utilizado en nuestra investigación fue el de presupuestos parciales, definiendo como el tratamiento de mejor rentabilidad al maíz blanco con 0.56 cent de dólar, similar a los resultados alcanzados por Tello-Cano (2014), quien realizó una por la combinación del análisis estadístico y económico, el costo unitario de producir una libra de FVH fue de 1.47 incluyendo costos fijos y variables.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación no presenta conflictos de interés con la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por el apoyo para el desarrollo de esta investigación.

Literatura citada

Aguirre C, Abarca P, Mora D, Silva L, Olguín J. Producción de forraje verde hidropónico. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/05/Producci%C3%B3n-de-forraje-verde-idrop%C3%B3nico.pdf>. Santiago de Chile; 2014. p. 1-2. [Revisado: 19 de mayo de 2016].

Cartaya S, Zurita S, Montalvo-Párraga V. Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*. 2016;16:94-105.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La formulación de reco-

mendaciones a partir de los datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, DF. México. CIMMYT. Programa de economía; 1988. p. 79.

Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B. Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador; 2017. p. 146.

Gómez-Hidalgo MI. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. [Tesis de Licenciatura]. Escuela superior politécnica de chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador; 2007. p. 75.

González-González JH, Blandón-Valdivia CN. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de sorgo (sorghum) variedad Inta tortillero precoz, en un invernadero no tradicional. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua. Nicaragua; 2013. p. 36.

Juarez-López P, Morales-Rodríguez HJ, Sandoval-Villa M, Gómez-Danés AA, Cruz-Crespo E, Juárez-Rosete CR, et al. Producción de Forraje Verde Hidropónico. *Revista Fuente Nueva Época*. 2013;4(13):16-26.

La Hora. Diciembre 2016. Ganaderos de Manabí en emergencia por sequía. Recuperado de <https://lahora.com.ec/noticia/1102011753/ganaderos-de-manabc3ad-en-emergencia-por-sequc3ada> [Revisado: 17 de julio 2018].

López-Aguilar L, Murillo-Amador B, Rodríguez-Quezada G. El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de

- alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*. 2009;34(2):121-6.
- López-Pascua PE, Mcfield-García SE. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, en un invernadero no tradicional. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Nicaragua; 2013. p. 42.
- Maldonado-Torres R, Álvarez-Sánchez ME, Cristóbal-Acevedo D, Ríos-Sánchez E. Nutrición Mineral de Forraje Verde Hidropónico. *Rev Chapingo Ser Hortic* 2013;19(2):211-3.
- Morales-Rodríguez HJ, Gómez-Danés AA, Juárez-López P, Loya-Olguín L, Ley de Coss A. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz* L.) con diferente concentración de solución nutritiva. *Abanico Vet* 2012;2(3):20-8.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Manual técnico Forraje Verde Hidropónico. TCP/ECU/066 (A) "Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA". Oficina regional de la FAO para América latina y el caribe. Santiago, Chile; 2001.
- Osorno-Reyes RA, Gonzáles-Murillo LM. Producción y calidad de la biomasa de *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, *Oriza sativa* en alfombra forrajera hidropónica. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Nicaragua; 2012. p. 39.
- Quiroga J, Blajos J. Revisión de métodos para el análisis económico en el cultivo de papa. Documento de trabajo 9/95, IBTA-PROINPA, Cochabamba, Bolivia; 1995. p. 42.
- Rivera A, Moronta M, González-Estopiñán M, González D, Perdomo D, Gracia DE, et al. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootec Trop* 2010;28(1):33-41.
- Romero-Valdéz ME, Córdova-Duarte G, Hernández-Gallardo EO. Producción de forraje verde hidropónico y su aceptación en ganado lechero. *Acta Univ* 2009;19(2):11-9.
- Tello-Cano GV. Evaluación del forraje verde hidropónico en la sostenibilidad de explotaciones pecuarias como alternativa de desarrollo rural de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Universitario de Sur-Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2014. p. 53.
- Vargas-Rodríguez CF. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agron Mesoam* 2008; 19(2):233-40.
- www.sanvicente.gob.ec. Información del cantón San Vicente. Recuperado de <http://www.sanvicente.gob.ec/index.php/15-datos-municipio>. 2017. [Revisado: 17 de julio de 2017].
- Zagal-Tranquilino M, Martínez-González S, Salgado-Moreno S, Escalera-Valente F, Peña-Parra B, Carrillo-Díaz F. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico Vet* 2016;6(1):29-34.