

## Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático

### Green forage hydroponic: a production alternative to climate change

Harin Joel Mejía Castillo<sup>1\*</sup>, Franckling Samir Orellana Núñez<sup>2</sup>

1. Universidad Nacional de Agricultura, Honduras. Docente e investigador en Pastos y Forrajes Email:

[harinjoel@post.unanleon.edu.ni](mailto:harinjoel@post.unanleon.edu.ni)

2. Ingeniero Agrónomo y consultor de las ciencias agropecuarias

\* Autor para correspondencia: [harinjoel@post.unanleon.edu.ni](mailto:harinjoel@post.unanleon.edu.ni)

DOI 10.5377/ribcc.v5i9.7947

Recibido: 11 de mayo de 2019

Aceptado: 17/06/2019

#### Resumen

Se evaluó el rendimiento productivo del forraje verde hidropónico de maíz para la implementación en sistemas de producción ganadera. Se evaluaron nueve tratamientos con cuatro repeticiones, utilizando un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial. Se midieron las variables: altura de la planta, rendimiento de forraje verde hidropónico, materia seca y proteína bruta (%). Donde se obtuvieron los mayores rendimientos en términos de materia seca con 2.30 y 2.16 kg/m<sup>2</sup> en la variedad Guayape con 4 y 0 g de 12-24-12 NPK. En proteína bruta con 15.94 y 15.14% en la variedad Roundup Ready NK603 con 4 y 6 g, demostrando que estas variedades con los niveles de fertilización implementados se pueden utilizar en la producción de forraje hidropónico ya que contienen alto contenido de proteína cruda con un rango >14.5 % y con una relación costo beneficio superior a 1.21 U\$D.

**Palabras clave:** Kjendalh; FVH; Suplemento; Maíz

#### Abstract

The productive yield of hydroponic green maize fodder was evaluated for implementation in livestock production systems. Nine treatments were evaluated with four repetitions, using a completely random design with bifactorial arrangement. The variables were measured: plant height, hydroponic green forage yield, dry matter and gross protein (%). Where the highest yields were obtained in terms of dry matter with 2.30 and 2.16 kg/m<sup>2</sup> in the variety Guayape with 4 and 0 g of 12-24-12 NPK. In raw protein with 15.94 and 15.14% in the variety Roundup Ready NK603 with 4 and 6 g, demonstrating that these varieties with fertilisation levels implemented can be used in the production of hydroponic forage as they contain high content of raw protein with a range >14.5 % and with a cost benefit ratio exceeding 1.21 U\$D.

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático  
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)  
Vol. 5 num 9, 2019, pág. 1103-1120  
ISSN electrónico 2410-7980

**Keywords:** Kjendalh; GFH; Supplement; Corn

## Introducción

Las pasturas en nuestro trópico han sido uno de los principales problemas en la alimentación, debido por algunos fenómenos adversos, como baja fertilidad en el suelo, sequías prolongadas y lluvias torrenciales, afectando negativamente la producción, dado que limitan el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales brindándoles forraje de buena calidad y cantidad, estas representan un valioso recurso económico dentro de las explotaciones ganaderas; en nuestro país, han ocurrido innumerables pérdidas importantes de animales vacunos como consecuencia de un déficit alimentario en pasturas y forrajes.

Las pasturas en nuestro país aportan bajo nivel energético y contenido de proteína en las diferentes épocas del año, estas no suplen todas las necesidades por deficiencia en la parte nutricional, esta investigación tiene como propósito elaborar un protocolo de como producir forraje verde hidropónico, para colaborar con los productores, a solventar problemas de alimentación en sus hatos ganaderos, debido al cambio climático que afecta el crecimiento de pasturas u otro tipo de alimento tradicional y la escasez del agua que está presente; el FVH constituye una completa fórmula de carbohidratos, azúcares y proteína; la producción es más corta en días y de mayor calidad que los demás alimentos, reduciendo el uso de alimentos concentrados y se produciría leche y carne a menor costo.

Al considerar la problemática de deficiencia nutricional en la alimentación de ganaderías en las diferentes regiones del país, la producción de pasturas y forrajes son los de mayor utilización e implementación en los diferentes sistemas de producción.

## Materiales y método

**Localización:** La investigación se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura a 6 km al este de la ciudad de Catacamas, Olancho Honduras; con una altura de 350 msnm; temperatura media 25.5 °C y una precipitación media anual de 1,390 mm. (AccuWeather, 2017).

**Factor bajo estudio:** Se evaluó el efecto de la fertilización NPK 12-24-12 y variedades sobre el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



**Diseño experimental:** Se evaluaron nueve tratamientos utilizando un diseño completamente al azar con arreglo bi-factorial, con cuatro repeticiones para un total de 36 unidades experimentales.

**Descripción de los tratamientos:** consistió en la utilización de variedades de maíces criollos y un transgénico, utilizando una dosis de fertilización NPK 12-24-12 como solución nutritiva en concentración baja de 4g, concentración alta de 6g y teniendo como testigo la utilización de agua (tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos con dos factores bajo estudio

Tratamiento	Factor A: Variedades de maíz	Factor B: Fertilización (ppm)		
		N	P	K
1	Guayape	0.00	0.00	0.00
2	Guayape	160	320	160
3	Guayape	320	640	320
4	Roundup Ready NK603	0.00	0.00	0.00
5	Roundup Ready NK603	160	320	160
6	Roundup Ready NK603	320	640	320
7	Hilotia tusa morada	0.00	0.00	0.00
8	Hilotia tusa morada	160	320	160
9	Hilotia tusa morada	320	640	320

Nota: ppm= partes por millón

#### Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + \varepsilon_{ijk} \quad \text{Donde:}$$

$Y_{ijk}$ = Variable observable

$\mu$ = Media general

$\alpha_i$ = Efecto del i-esimo nivel de fertilización

$\beta_j$ = Efecto del j-esimo variedad de Maíz

$\alpha_i\beta_j$ = Efecto de la interacción del nivel de fertilización y variedad de Maíz

k= k-esima repetición

$\varepsilon_{ijk}$ = Error experimental

**Manejo del experimento:** el estudio se realizó con la producción de forraje verde hidropónico de maíz y se realizaron modificaciones en cada una de las etapas según Aguirre e investigadores Zagal et al. (2016) y Gómez (2007):

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



Dentro de la estructura del sombreadero se construyó un estante de alambre de amarre con el objetivo de sostener las bandejas plásticas a una altura de 1.7 m dividido en 4 niveles. Se utilizaron 36 bandejas plásticas de 0.15 m<sup>2</sup> con una profundidad de 5 cm, la misma se perforo para facilitar el drenaje del agua, con un área de 5.4 m<sup>2</sup> con un desnivel del 4°.

**a) Selección de las semillas:** las especies utilizadas para producir forraje verde hidropónico, fueron semilla de maíz “guayape, Hilotia tusa morada y Roundup Ready NK603” utilizados por productores de la zona.

**b) Pesaje de las semillas:** Se utilizó una balanza, donde se pesaron 500 g de semilla de maíz por unidad experimental.

**c) Prelavado de las semillas:** las semillas de maíz utilizadas se sumergieron en el agua y las semillas que quedaron en la superficie del agua se retiraron; después se frotaron las semillas que quedaron en el fondo del recipiente entre sí, cambiando el agua del recipiente tres veces para eliminar impurezas.

**d) Desinfección de las semillas:** para eliminar hongos y bacterias se realizó una desinfección con hipoclorito de sodio al 1%, donde se utilizó un litro de agua por cada 500 g de semilla. Las semillas utilizadas se sumergieron en la solución descrita por un período de 10 minutos.

**e) Lavado de las semillas:** se enjuagaron con agua las semillas del maíz tres veces después de haberlas sumergido a la solución desinfectante, para quitar el exceso de hipoclorito de sodio en la semilla.

**f) Remojo y etapa de pre germinación de las semillas:** estas se sumergieron en agua pura por un tiempo de 24 horas, dividido en dos períodos de 12 horas cada uno, se consideró una hora de oreo entre las dos etapas.

**g) Siembra:** se realizó en bandejas plásticas con dimensiones de 30×50cm previamente perforadas y desinfectadas para impedir la acumulación de agua y proliferación de bacterias y hongos.



**h) Cámara de oscuridad:** se cubrió cada bandeja con una capa de papel toalla mojado para que este proveerá de temperatura, después se cubrió finalmente del papel toalla con nylon color negro donde se dio la ausencia de luz en un periodo de cinco días.

**i) Aplicación de sorbato de potasio:** se aplicó desde el día uno hasta el día cinco de pre-germinación de la semilla para evitar crecimiento de bacterias y hongos, donde se utilizó 1 g por litro de agua.

**j) Riego de las bandejas:** El riego se realizó en cinco tiempos al día; 6:00 a.m., 9:00 a.m., 12:00 p.m., 3:00 p.m. y 7:00 p.m. horas, donde se utilizó 500 ml de agua al día/ unidad experimental. La aplicación de fertilizantes (del 8vo al -13vo día) se realizó mediante el uso de una bomba de aspersión a las 9:00 a.m.

**k) Cosecha del Forraje Verde Hidropónico de maíz (FVH):** se cosechó el Forraje Verde Hidropónico hasta alcanzar una altura aproximada de 20 a 25 cm en 15 días después de la germinación.

#### Variables evaluadas:

**a) Altura de la planta (cm):** se seleccionaron y marcaron cinco plantas, tomando la altura a los 9, 11, 13 y 15 días de crecimiento. Se utilizó una regla graduada en cm, colocándola desde la base del tallo de las plantas hasta el ápice de la hoja superior.

**b) Rendimiento de forraje verde hidropónico (kg/m<sup>2</sup>):** Se pesaron cada uno de los tapetes de forraje verde hidropónico en una balanza, obteniendo el rendimiento por tratamiento, dejando de regar 6 horas antes de la cosecha. Se aplicó la fórmula: Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) = Peso unidad experimental ( $\frac{1m^2}{0.30m \times 0.50m}$ ), dónde: 0.30m\*0.50m es la dimensión de la bandeja.

**c) Rendimiento de materia seca (kg/m<sup>2</sup>):** se tomó una muestra de 100 g de forraje por bandeja donde esta a su vez se cortó en pedazos de 5 cm, secándose en el horno a una temperatura inicial de 65 °C hasta llegar a los 105 °C. MS total (%) =  $\frac{\%MS\ parcial \times \%MS\ analitica}{100}$  y el rendimiento de MS (kg/m<sup>2</sup>) =  $\frac{Rendimiento\ de\ M.H \times MS\ total}{100}$

**d) Proteína cruda (%):** se utilizó el método Kjeldahl. Para la preparación de muestras se molieron las muestras secas donde se obtuvo un tamaño de partícula entre 0.7 y 1 mm. Este

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



tamaño de partícula fue usado en todas las mezclas de alimento, materias primas y otros materiales no homogéneos. Los líquidos se mezclaron uniformemente. Se realizaron los pasos:

**1. Digestión:** la biomasa se pesó en balanza analítica de 0.5 a 1.0 g de muestra molida, bien mezclada, en un trozo de papel con bajo contenido de N. doblar el papel alrededor de la muestra y se introdujo en un tubo Kjeldahl previamente identificado. Se registró el peso “W” con 0.1 mg de precisión.

**2. Destilación:** se colocó un Erlenmeyer de 250 ml conteniendo 30 ml de  $H_3BO_3$  en la posición correspondiente en el aparato de destilación, se identificó el Erlenmeyer y el tubo de muestra con la misma identificación. Se conectó el tubo que contiene la muestra digerida al aparato de destilación, se adicionó por las paredes del tubo aproximadamente 30 ml de NaOH 45%. Se lavó las paredes del tubo con agua destilada. Se retiró el Erlenmeyer teniendo presente lavar el extremo del tubo terminal del condensador con agua destilada mientras es retirado del mismo.

**3. Titulación:** se tituló la solución del Erlenmeyer con HCl 0.1000 M hasta el viraje del indicador en el punto final de valoración. Se registró el volumen gastado en valoración ( $V_s$ ) con una resolución del al menos 0.05 ml. “la solución cambia de color verde a morado tenue”.

**g) Análisis económico: (R C-B):** la relación costo beneficio en la producción de forraje verde hidropónico se determinó utilizando la siguiente formula:  $RCB = (\text{ingresos} - \text{egresos}) / \text{egresos}$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de la planta (cm):** Al analizar el factor variedades para altura de la planta, en el día nueve no se encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). En el día 11, 13 y 15 se encontró diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ), donde la variedad Roundup ready NK603 y Guayape obtuvieron los promedios de mayor altura y la variedad Hilotia tusa morada presentó el promedio más bajo de crecimiento (figura 1).



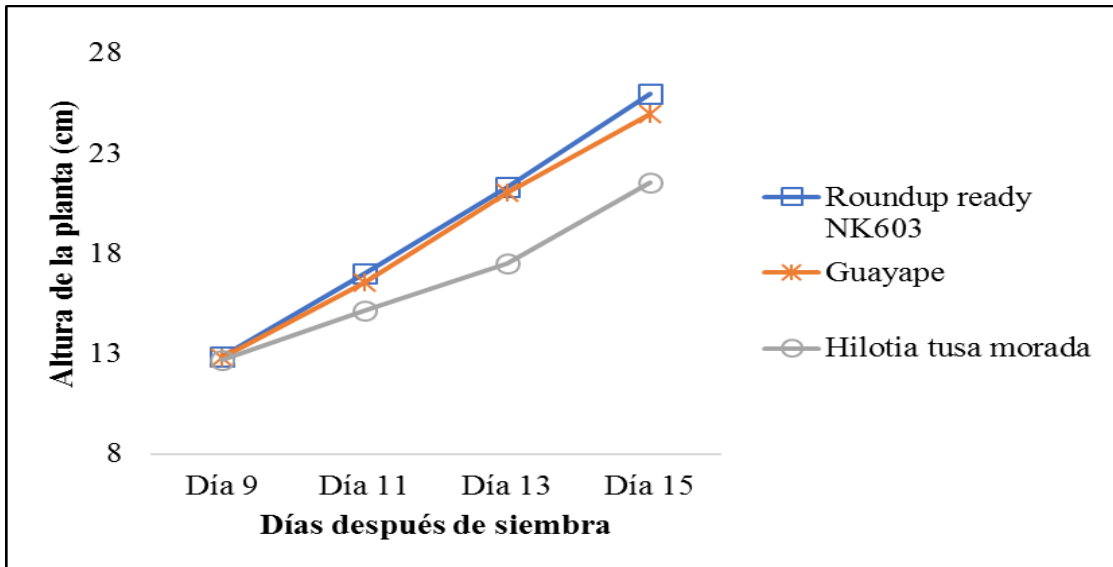


Figura 1. Cinética de crecimiento del maíz, según las variedades utilizadas.

Con respecto al factor fertilización NPK, la altura de la planta en el día nueve no mostró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ); sin embargo, en los días 11, 13 y 15 se encontró diferencia estadística altamente significativas ( $p > 0.01$ ) al emplear los niveles de fertilización, alcanzando el promedio más alto con 25.15 cm la dosis alta (figura 2).

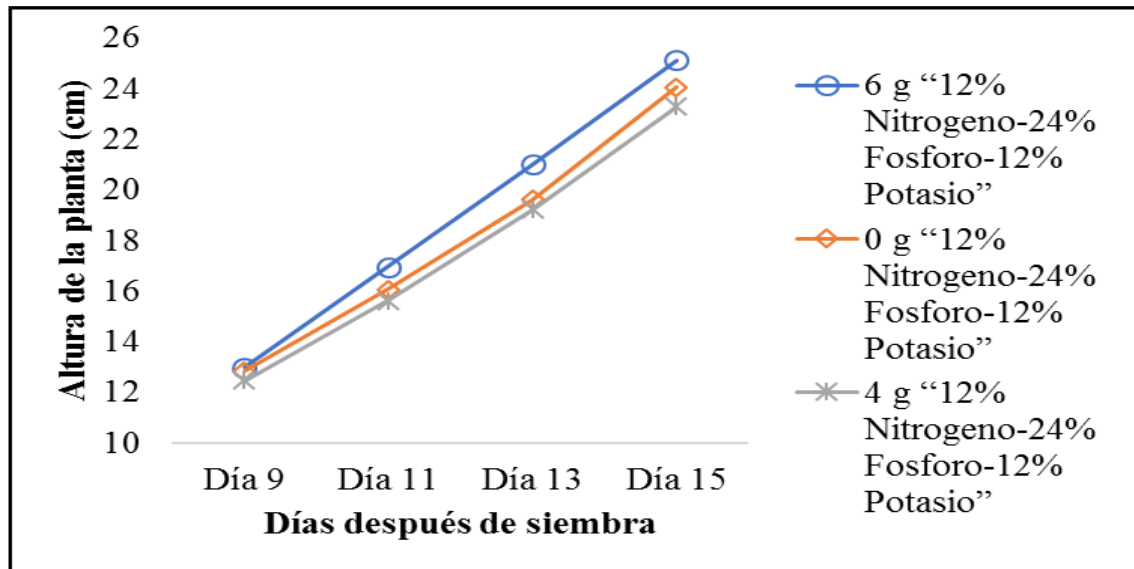
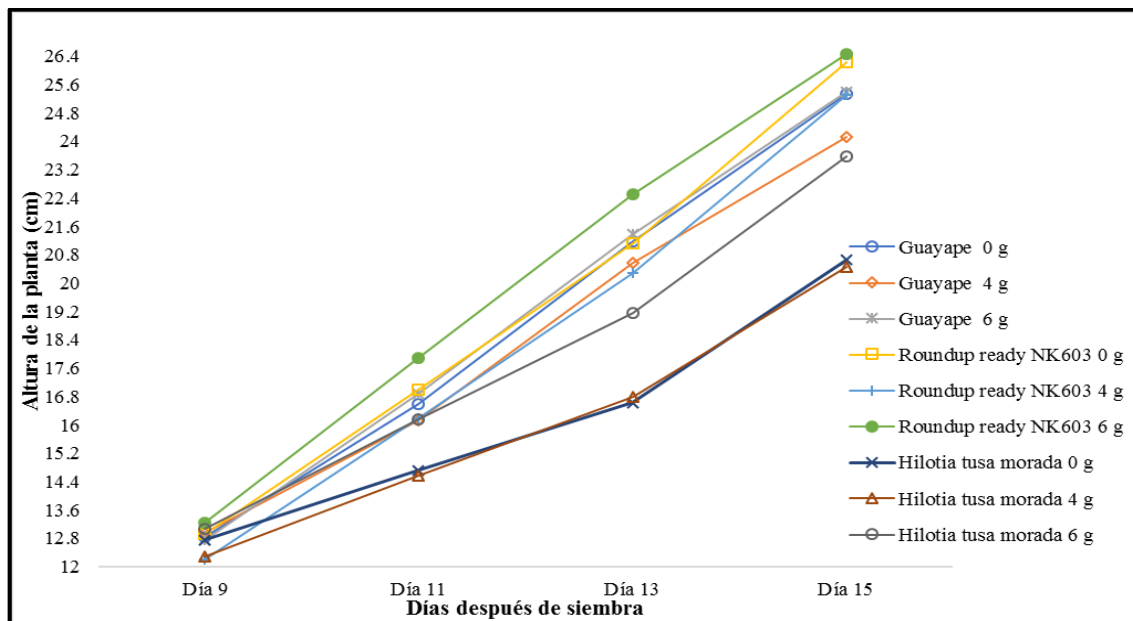


Figura 2. Cinética de crecimiento del maíz, según los niveles de fertilización utilizados



La interacción de los dos factores evaluados; al día nueve no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). En cambio, desde el día 11, 13 y 15 se encontró diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) obteniendo el mayor promedio con 26.47 cm la variedad Roundup Ready NK603, seguido por Guayape con los niveles de fertilización de 6 g y 0 g de NPK (figura 3).

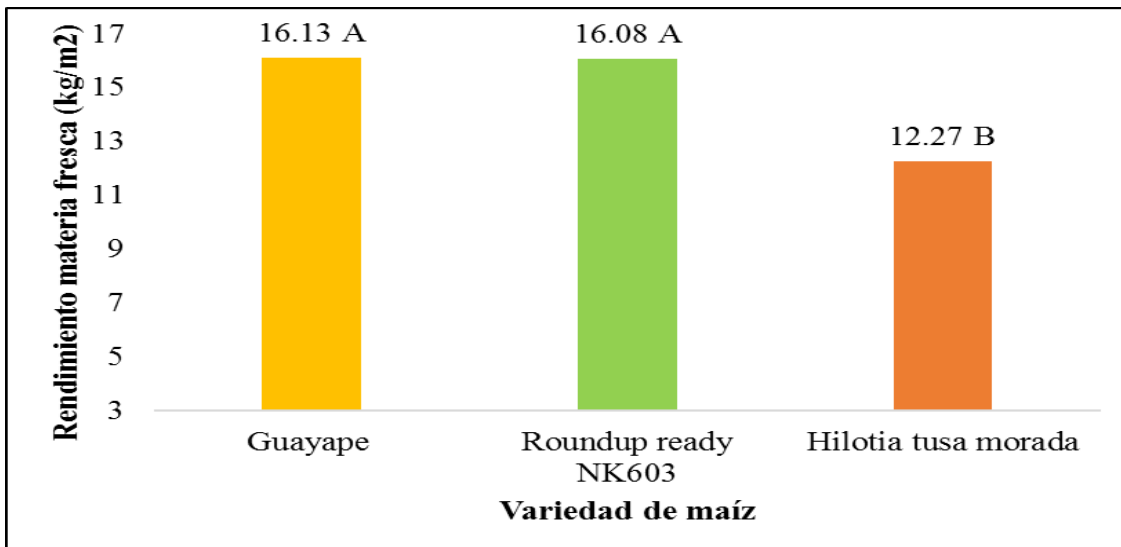


**Figura 3.** Cinética de crecimiento del maíz según las variedades y nivel de fertilización utilizado

Estos resultados concuerdan con López y Mcfield (2013) donde la variedad de maíz NB6 utilizando Urea y 15-15-15 mostraron los mismos comportamientos en crecimiento de la planta. La FAO (2002) propone que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado un promedio de 20 a 25 cm y que este desarrollo demora de 12 a 15 días, dependiendo de las condiciones ambientales y la frecuencia de riego.

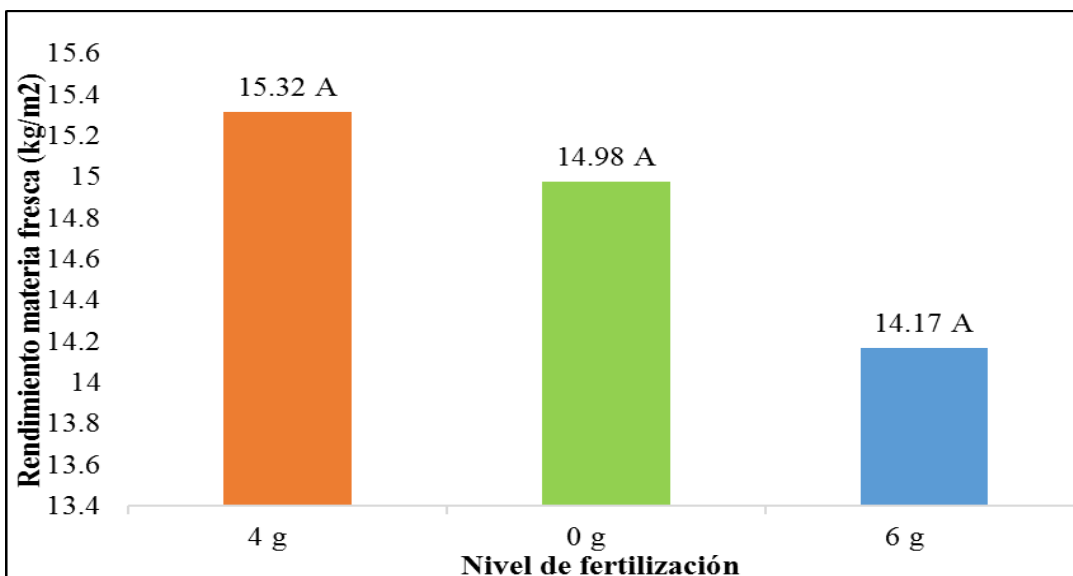
**Rendimiento de materia fresca ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ):** Al evaluar el factor A, se presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.01$ ) en rendimiento de materia fresca encontrando que la variedad Guayape presentó la mayor media con 16.13  $\text{kg}$  de materia fresca/ $\text{m}^2$  y el menor promedio de rendimiento la variedad Hilotia tusa morada (figura 4).





**Figura 4.** Rendimiento de materia fresca en variedades de maíz.

No se mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al analizar en factor B, incorporando los diferentes niveles de fertilización utilizados en el análisis estadístico para determinar el rendimiento de materia fresca (figura 5).



**Figura 5.** Rendimiento de materia fresca del maíz en diferentes niveles de fertilización.

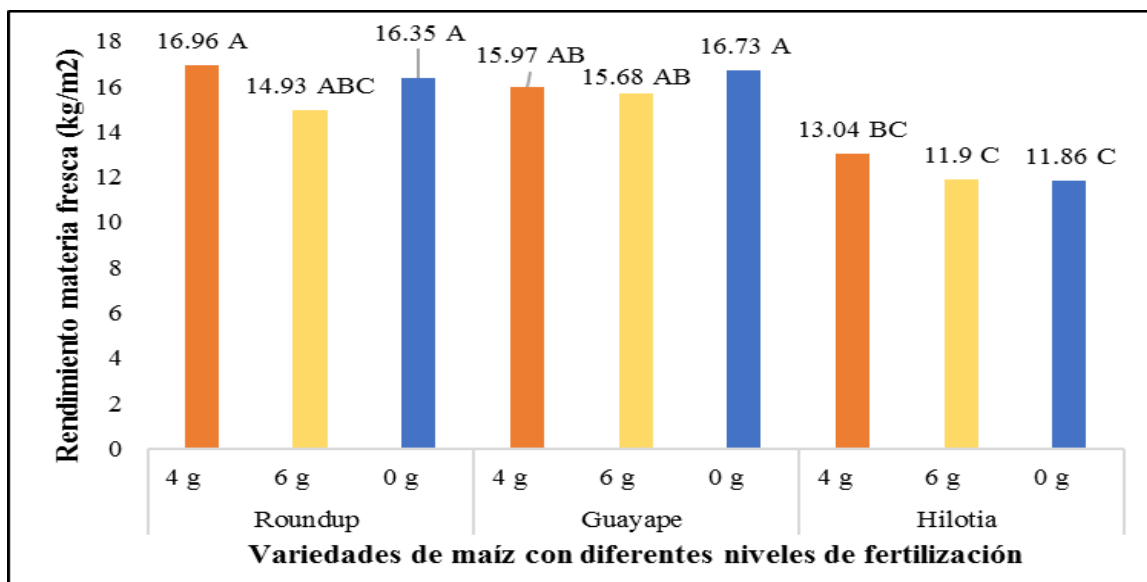
En la interacción de los factores, se mostró diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ), donde el mayor promedio de rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) se obtuvo en la variedad Roundup Ready NK603 y Guayape con el nivel de fertilización de 4 g y 0 g de NPK 12-24-12 con 16.96 y 16.73

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .

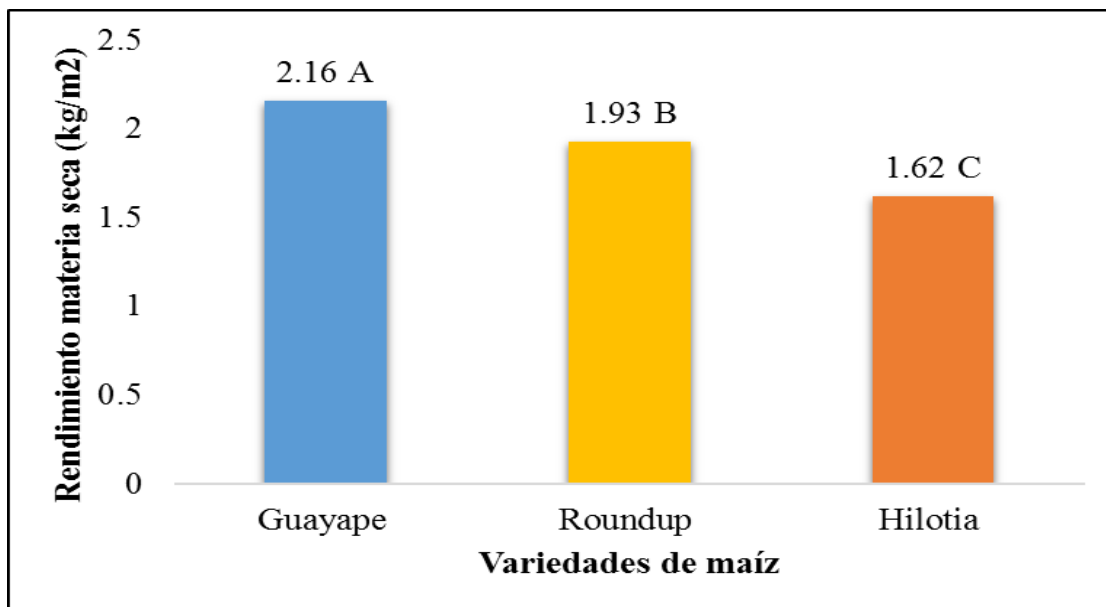
kg/m<sup>2</sup> respectivamente. En cambio, el que presenta menor rendimiento fue la variedad Hilotia tusa morada con los tres niveles de fertilización (figura 6).



**Figura 6.** Rendimiento de materia fresca de las variedades maíz con diferentes niveles de fertilización utilizados.

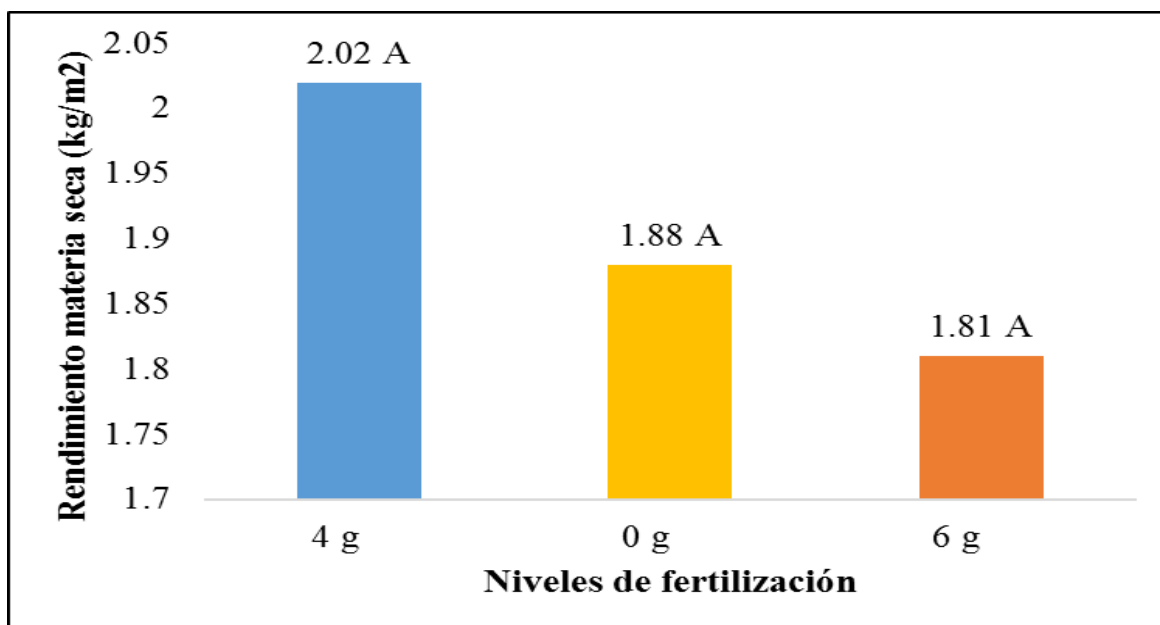
En el rendimiento obtenido de materia fresca en el forraje verde hidropónico influyen las variedades de maíz utilizadas en este experimento ya que tienen diferente comportamiento en la asimilación de nutrientes aportados por el fertilizante ya que el contenido de fósforo y nitrógeno, aumenta el crecimiento radicular y área foliar. Estos resultados difieren a los reportados por López y Mcfield (2013) encontrando en T1 “12-30-10” 18.4 kg/m<sup>2</sup> de forraje verde hidropónico en maíz utilizando las mismas condiciones.

**Rendimiento de materia seca (kg/m<sup>2</sup>):** Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ), siendo la variedad Guayape la de mayor promedio con 2.16 kg/m<sup>2</sup>, seguido de Roundup Ready NK603 con 1.93 kg/m<sup>2</sup>, mientras que la variedad Hilotia tusa morada obtuvo el menor promedio con 1.62 kg/m<sup>2</sup> (figura 7).



**Figura 7.** Producción de materia seca kg/m<sup>2</sup> en variedades de maíz.

Se analizó el rendimiento de materia seca kg/m<sup>2</sup> utilizando diferentes niveles de fertilización donde no se presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), para ninguno de los niveles (figura 8).



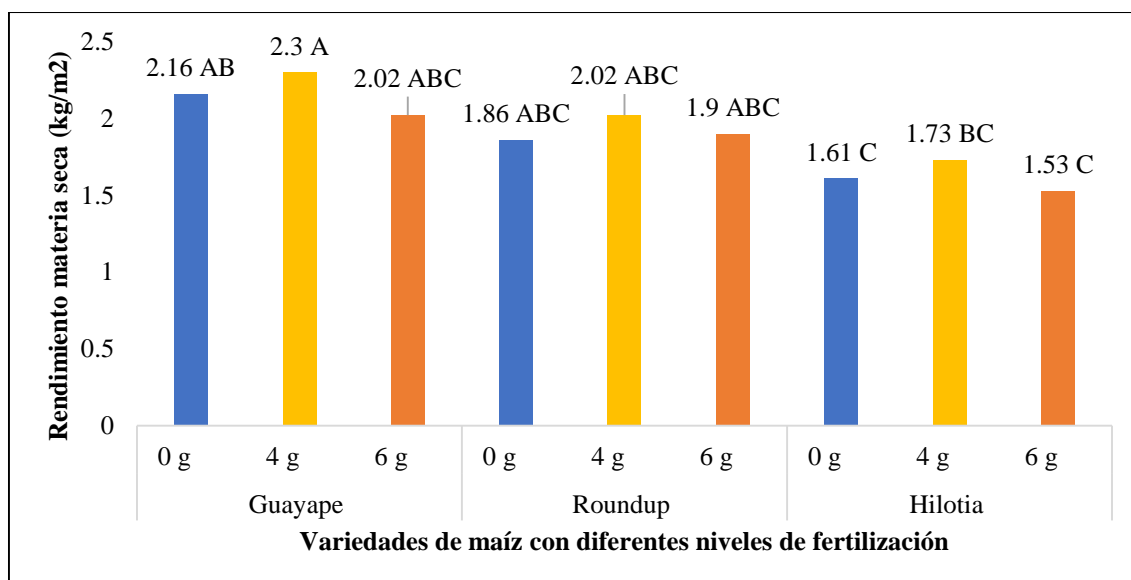
**Figura 8.** Comportamiento de producción de materia seca kg/m<sup>2</sup> en diferentes niveles de fertilización.

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .

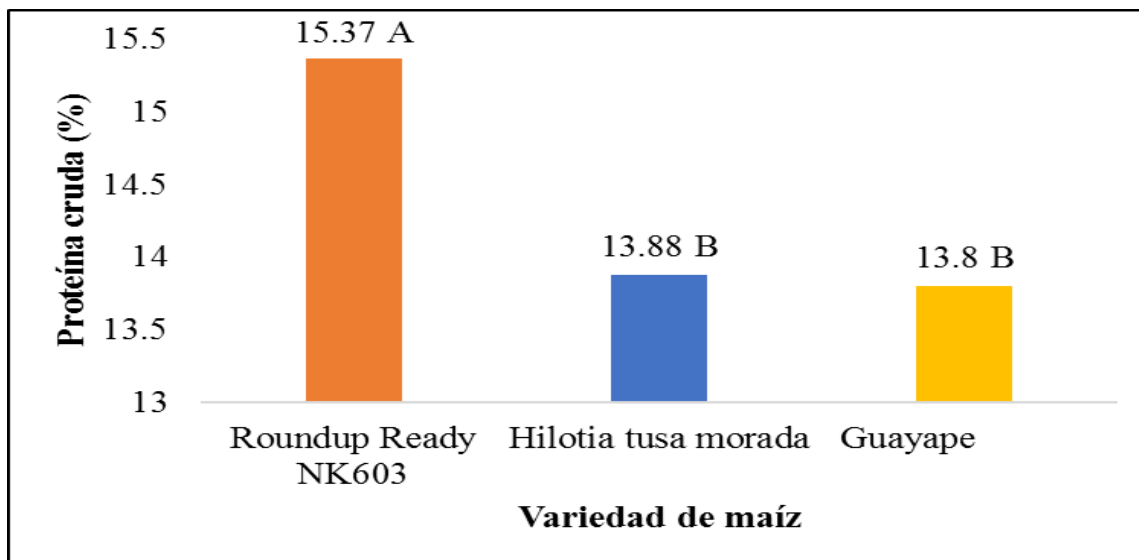
Se presentó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) al evaluar la interacción de los factores, teniendo el mayor promedio de rendimiento de MS la variedad Guayape con el nivel de fertilización 4 y 0 g de NPK 12-24-12 con 2.30 y 2.16 kg/m<sup>2</sup> respectivamente. En cambio, el que presento menor rendimiento de materia seca fue la variedad Hilotia tusa morada con diferentes niveles de fertilización 0 g y 6 g NPK 12-24-12 con 1.61 y 1.53 kg/m<sup>2</sup> (figura 9).



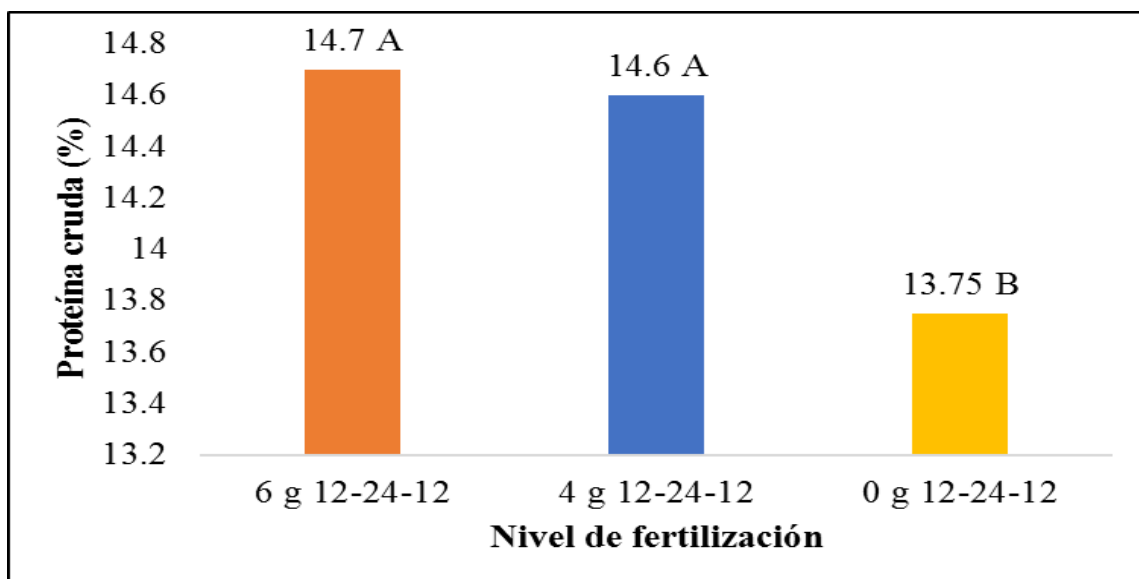
**Figura 9.** Rendimiento de materia seca del maíz con diferentes variedades y niveles de fertilización.

El efecto del uso de fertilización con 4 g de NPK 12-24-12 influenciaron en la producción de materia seca, el nitrógeno y fósforo en el crecimiento radicular y del tallo. En promedio para maíz Pereira y Zuniga (2016), el rendimiento promedio fue de 3 kg/m<sup>2</sup> llegando al día de cosecha 14.

**Proteína bruta (%):** Se observó diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ), encontrando que la variedad Roundup Ready NK603 presento la mayor media con 15.37 % de proteína cruda y el de menor porcentaje de proteína cruda fue en la variedad Guayape 13.8 % (figura 10).



**Figura 10.** Proteína cruda de forraje verde hidropónico de maíz utilizando tres variedades. se encontró diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ); el mayor porcentaje de proteína cruda fue utilizando el nivel de fertilización 6 y 4 g NPK 12-24-12 con un promedio de 14.7 y 14.6 %, siendo de menor porcentaje de proteína cruda el nivel de fertilización 0 g de NPK 12-24-12 con una media de 13.75 % (figura 11).



**Figura 11.** Proteína cruda en diferentes niveles de fertilización en el forraje verde hidropónico.

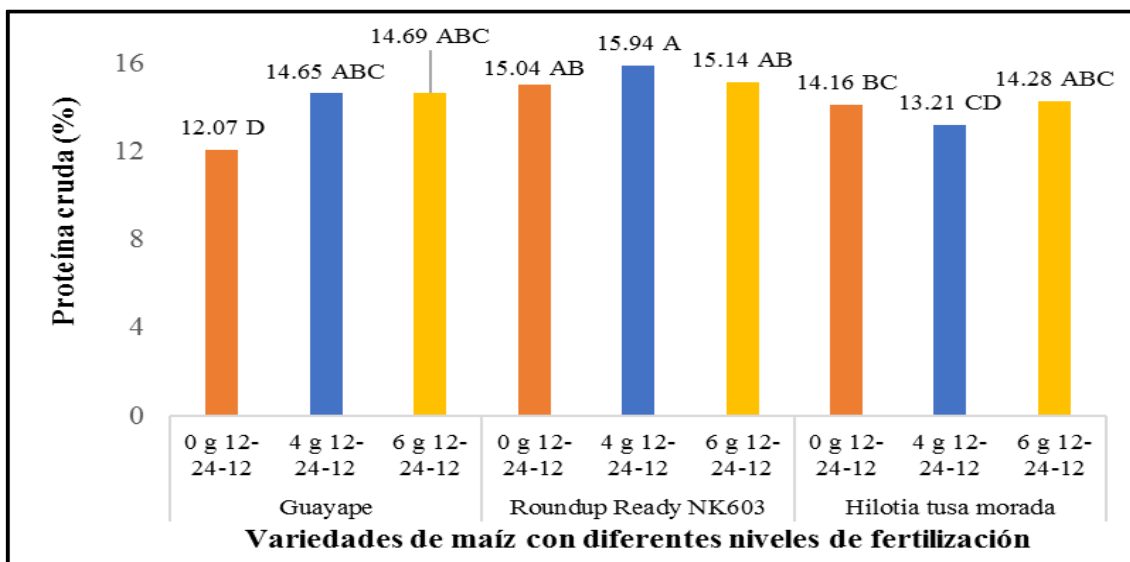
Se encontró diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en la interacción de los factores, donde se obtuvo el mayor promedio de porcentaje de proteína cruda en la variedad

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .

Roundup Ready NK603 con el nivel de fertilización de 4 g, 6 g y 0 g de NPK 12-24-12 con 15.94 %, 15.14 % y 15.04% respectivamente. En cambio, el que presentó menor porcentaje de proteína fue la variedad Guayape con el nivel de fertilización 0 g de NPK 12-24-12 (figura 12).



**Figura 12.** Proteína cruda en variedades de maíz con niveles de fertilización

Estos resultados son similares a los reportados por Chavarria (2018) encontrando 16% de proteína cruda en el forraje verde hidropónico de maíz. Las variedades criollas de maíz utilizadas en esta investigación presentaron menor contenido de materia seca con nivel de fertilización 6 g de NPK 12-24-12 obtuvieron mayor contenido de proteína a los 15 días de cosechado, comparando los resultados obtenidos Castillo Soto et al. (2013), a los 12 y 16 días, el forraje que recibió nutrientes desde la germinación (NG) tuvo menor concentración de MS y mayor PB, conllevando a mayor producción de forraje verde de cebada. El nivel de fertilización utilizando en potasio sirve para la asimilación del nitrógeno y ayuda a la fotosíntesis de la planta lo que promueve a la síntesis de proteína la cual se ve reflejada mayormente en el área del tejido foliar más joven.

**Relación beneficio costo:** El tratamiento que presentó la mayor relación beneficio costo fue las variedades de maíz Roundup Ready NK603 con 0, 4, y 6 g y la variedad Guayape en su nivel de fertilización de 4 y 6 g de N-P-K 12-24-12 obteniendo un valor de U\$D 1.21, midiendo la magnitud que los beneficios superan los costos durante el periodo de operación de la investigación (tabla 2).

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .

**Tabla 2.** Relación costo-beneficio del forraje verde hidropónico.

Variedades	Fertilización	Rango (PC)	Categoría	% Utilidad	R C-B
Guayape	Cero	<13.5%	Baja	20	1.09
Hilotia tusa morada	Baja				1.08
Hilotia tusa morada	Cero	13.51-14-5%	Media	25	1.15
Hilotia tusa morada	Alta				1.15
Guayape	Baja				1.21
Guayape	Alta				1.21
Roundup Ready NK603	Cero	>14.51	Alta	30	1.21
Roundup Ready NK603	Alta				1.21
Roundup Ready NK603	Baja				1.21

## Conclusiones

Al analizar los contenidos de Proteína bruta a los 15 días de cosecha se evidenció que la variedad Roundup Ready NK603 con el nivel de fertilización 4 g de NPK 12-24-12 obtuvo el mayor promedio con 15.94%.

La variedad Roundup Ready NK603 con el nivel de fertilización 4 g de NPK 12-24-12 obtuvo el mayor promedio en rendimiento materia fresca con 16.96 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, la variedad Guayape con un nivel de fertilización de 4 g fue el de mayor rendimiento de materia seca obteniendo 2.30 kg/m<sup>2</sup>.

La variedad Guayape con nivel de fertilización de 0 g obtuvo uno de los mayores promedios en rendimientos en materia fresca como materia seca de 16.73- 2.16 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

## Referencias bibliográficas

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .





COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático  
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)  
Vol. 5 num 9, 2019, pág. 1103-1120  
ISSN electrónico 2410-7980

- AccuWeather. 2017. Pronóstico de AccuWeather para Olancho Honduras (en línea). Disponible en <https://www.accuweather.com/es/hn/catacamas/189746/month/189746?monyr=8/01/2017>.
- Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in nft and hydroponic systems. *Acta Horticulturae* (361):245-257. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.361.23>.
- Aguirre, C; Abarca, P; Mora, D; Silva, L; Olguin, J. 2014. Producción de forraje verde hidropónico. INIA :1-2.
- Baixauli, C; Aguilar, J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas: aspectos prácticos y experiencias. 1 ed. VALENCIANA, G (ed.). Valencia, s.e. 107 p.
- Botero, R. 2007. Producción y utilización de forrajes hidropónicos para la alimentación de rumiantes - Engormix (en línea). Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/produccion-utilizacion-forrajes-hidroponicos-t27152.htm>.
- Castillo Soto, WL; Perez Lombardi, C; Miranda Alcántara, CI. 2013. Effect of nutrient supply on the hydroponic production of forage of barley and its use in the production performance of guinea pigs (en línea). 24:413-423. Disponible en <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/download/57/56>.
- Chavarría-Torrez, A; Castillo-Castro, SDS. 2018. El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 4(8):1032-1039. DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>.
- Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. *Acta Horticulturae* (229):211-218. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1988.229.20>.
- Duran, R. 2007. Comportamiento fisiológico del maíz blanco en condiciones de hidroponía con diferentes dosis de nutrientes para producción de forraje verde en el norte del Cesar. *ResearchGate* :11.
- FAO, O de las NU para la A y la A. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. 1 ed. Dudal, R; Finck, A; Hera, C; Neeteson, J; Pieri, C; Powlson, D; Nielsen, N; Sequi, P; Pichot, J (eds.). Roma, Italia, FAO. 1-20 p.
- FAO. 2002. Forraje verde hidropónico. 1 ed. FAO (ed.). Santiago de Chile, s.e., vol.066. 56 p.
- Favela Chavez, E; Preciado Rangel, P; Benavides Mendoza, A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. 1 ed. Coahuila, Mexico, 2006. 148 p.
- Fernández, JA. 2013. Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y la calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes. s.l., Universidad Politecnica de Cartagena. 56 p.
- García-Esteva, A; Kohashi-Shibata, J; Baca-Castillo, G; Escalante-Estrada, J. 2003. Rendimiento y asignación de materia seca de una variedad de frijol en un sistema hidropónico y suelo. *Terra Latinoamericana* 21:471-480.

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático  
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)  
Vol. 5 num 9, 2019, pág. 1103-1120  
ISSN electrónico 2410-7980

- Gilsanz, JC. 2007. Hidroponia. 1 ed. Montevideo Uruguay, Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria. 32 p.
- Gomez, M. 2007. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes. s.l., s.e. 1-83 p. DOI: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, RD; Burgos, C; Pérez, E; Ramírez, G; Medina, A. (2004). Beneficios y costos de la rehabilitación de pasturas degradadas en Honduras. Cali, Colombia, s.e.
- Juarez, L; Morales, R; Sandoval, M; Gomez, A; Cruz, E; Juarez, C; Aguirre, J; Alejo, G; Ortiz, M. 2013. Producción De Forraje Verde Hidropónico. Research Gate (April):12.
- López Pascua, PE; Mcfield Garcia, SE. 2013. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6, en un invernadero no tradicional. Managua, Universidad Nacional Agraria. .
- Maldonado, R; Álvarez, E; Cristóbal, D; Ríos, E. 2013. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Revista Chapingo Serie Horticultura XIX(2):211-223. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.10.053>.
- Mart, L; Conversi, FDE; Pot, N; Que, F; La, D; En, DEN; Plantas, L a S. 2007. Efectos del nitrato en la alimentación de rumiantes. Mundo Ganadero (I):1-9.
- Mora, C. 2009. Evaluación del uso de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. s.l., Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos. 68 p.
- Orellana, E. 2015. Evaluación de tres niveles de fertilización en forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*). s.l., Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca. .
- Patil, D. s. f. Hydroponic green fodder & sustainable milk production. Talsande, Dist- Kolhapur India, s.e. p. 22.
- Pereira, C; Zuniga, T. (2016). Evaluación de la calidad nutricional de tres densidades de forraje hidropónico de maíz y sorgo sobre bagazo de caña de azúcar como sustrato. s.l., s.e.
- Peruchena, C. 1999. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales: aspectos nutricionales, productivos y económicos. Sitio Argentino de Producción Animal SUPLEMENTACIÓN :1-10.
- Ramírez Viquez, C; Soto Bravo, F. 2017. Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. Agronomía Costarricense :79-91.
- Ramírez Viquez, CA. 2016. Efecto de la nutrición sobre la calidad del Forraje Verde Hidropónico en la zona de Alajuela, Costa Rica. s.l., Universidad de Costa Rica. 12-69 p.
- Sanches Del Castillo, F; Moreno Perez, EDC. 2013. Producción de forraje hidropónico de trigo y cebada y su efecto en la ganancia de peso de borregos. Revista Chapingo. Serie horticultura 19(4):35-43.

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático  
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)  
Vol. 5 num 9, 2019, pág. 1103-1120  
ISSN electrónico 2410-7980

- Vargas Rodriguez, CF. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana* :1-8.
- Vicente, N; Lozano, A; Lima Orozco, R; Castro Alegría, A; Humberto, J; Cevallos, A; Gregorio, Y; Reyes, S. 2016. Evaluación de diferentes sistemas de producción de biomasa hidropónica de maíz. *Centro Agrícola* 43(4):57-66.
- Villalta, M. 2014. Evaluación de tres niveles de microorganismos eficientes activados (em-a) en la fertilización de cultivos de forraje verde hidropónico (fvh) en la quinta experimental punzara de la UNL. s.l., Universidad Nacional de Loja. 107 p.
- Zagal, M; Martínez, S; Salgado, S; Escalera, F; Peña, B; Carrillo, F. 2016. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico veterinario* 6(1):29-34.

Copyright (c) 2019 Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático.



Este trabajo de la Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático del Centro de Investigación en ciencias agrarias y economía aplicada de la UNAN-León / COLPOS México está licenciado bajo una Licencia Internacional Creative Commons 4.0 Atribución-NoComercial-CompartirIgual .