



Revista

# AGROINNOVACIÓN

en el Trópico Húmedo

ISSN: 2215-5368

<http://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/index>

## Efecto de diferentes concentraciones de sales fertilizantes sobre la producción primaria de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.), San Carlos, Costa Rica

Effect of different concentrations of fertilizer salts on the primary production of hydroponic green fodder in maize (*Zea mays* L.) in San Carlos, Costa Rica

Vinicio Barquero<sup>✉1</sup>, Antoine Nieuwenhuys<sup>2</sup>, Raúl García-Arguedas<sup>3</sup>

### Palabras clave

*Zea mays*, forraje verde hidropónico, condiciones controladas, sales fertilizantes, materia seca.

### Resumen

El forraje verde hidropónico (FVH) consiste en germinar semillas utilizando únicamente agua y nutrientes, siendo una técnica cada vez más utilizada debido a la cantidad de biomasa que se logra producir en espacios reducidos y en cortos períodos de tiempo. Con el fin de conocer el efecto de diferentes concentraciones de sales sobre la producción de materia seca de FVH de maíz, se realizó un ensayo bajo un diseño completamente al azar, en el Laboratorio de Ambientes Controlados del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local San Carlos. Se probaron tres concentraciones: 0,5  $\mu\text{S}$ , 1  $\mu\text{S}$  y 2  $\mu\text{S}$  de conductividad eléctrica (CE) de una mezcla de cuatro sales fertilizantes (nitrato de calcio, nitrato de potasio, fosfato monopotásico y sulfato de magnesio) y un testigo (agua potable sin sales fertilizantes, 0  $\mu\text{S}$ ). Los resultados mostraron que los tratamientos con  $\geq 1$   $\mu\text{S}$  presentaron valores significativamente más elevados en peso fresco, porcentaje de materia seca y altura de la planta, aunque sin diferencias en cuanto a materia seca, longitud de la raíz y cantidad de hojas. Los valores obtenidos permitieron el desarrollo de una ecuación de predicción para el peso seco en función del peso fresco.

### Key words

*Zea mays*, hydroponic green fodder, controlled conditions, fertilizer salts, dry matter.

### Abstract

Green hydroponic forage (GHF) consists in the germination of seeds using only water and nutrients, with efficient biomass production in small spaces and in short periods of time for animal fed. In order to know the effect of different concentrations of salts on the production of dry matter of maize FVH, an experiment was conducted under a completely randomized design, in the Controlled Environment Laboratory of the Technological Institute of Costa Rica, San Carlos Technological Campus. Three concentrations of electrical conductivities (EC) (0.5  $\mu\text{S}$ , 1  $\mu\text{S}$  and 2  $\mu\text{S}$ ) were tested from a mixture of four fertilizer salts (calcium nitrate, potassium nitrate, monopotassium phosphate and magnesium sulfate) and a control (drinking water without fertilizing salts, 0  $\mu\text{S}$ ). The results showed that treatments with  $\geq 1$   $\mu\text{S}$  had significantly higher values in fresh weight, percentage of dry matter and plant height, although without statistical differences in dry matter, root length and number of leaves. The values obtained allowed the development of a prediction equation for dry weight based on fresh weight.

1 Estudiante, Escuela de Agronomía, ITCR. ✉vinicio1196@gmail.com

2 Estudiante, Escuela de Agronomía, ITCR. antoineng15@gmail.com

3 Estudiante, Escuela de Agronomía, ITCR. 08arguedas@gmail.com

Recibido: 10 de marzo del 2019

Aceptado: 15 de agosto del 2019

Publicado: 15 de setiembre del 2019

DOI: 10.18860/rath.v2i1.4688



## Introducción

La necesidad de intensificar y mejorar la eficiencia en prácticas de producción animal, el incremento en la demanda de productos alimenticios y la erosión del suelo son algunos de los factores que han dirigido la investigación hacia métodos de producción alternos [1], entre ellos la producción de forraje verde hidropónico (FVH). Esta técnica consiste esencialmente en germinar semillas con el uso de agua y nutrientes, con el propósito de producir plántulas y raíces con alta calidad nutricional en un corto período de tiempo (9 a 16 días) [2]-[4]. Este sistema proporciona a los productores diversas facilidades y soluciones a distintos problemas a los cuales se deben de enfrentar diariamente. El forraje verde hidropónico facilita la producción forrajera durante cualquier época del año, el desarrollo del cultivo en pequeñas áreas, nutrición de complejos vitamínicos, no provoca efectos digestivos en los animales y además permite una rápida recuperación de la inversión [5].

El FVH normalmente se produce en ambientes controlados, aunque responde bien en todos los climas en los que se implemente, su uso es cada vez más popular en climas áridos por la dificultad de obtención de agua [6]. Utilizando un kilogramo de grano de gramíneas en un sistema hidropónico se pueden producir de 6 a 10 kilogramos de brotes verdes frescos, independientemente del clima y en cualquier época del año [7].

La producción de forrajes mediante hidroponía tiene como principio la producción de plántulas a partir de semillas únicamente; sin embargo, se puede complementar el riego con soluciones fertilizantes, que afectarán el crecimiento y producción final [8], [9]. En este contexto, el objetivo de este ensayo fue analizar el efecto de diferentes concentraciones de sales fertilizantes sobre la producción primaria de forraje verde hidropónico de maíz blanco (*Zea mays* L.).

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Laboratorio de Ambientes Controlados del Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico Local San Carlos (coordenadas CRTM05 X= 444497.8, Y= 1145890.0). Se utilizó maíz blanco comercial variedad Diamantes 8843,

con 99% de germinación y libre de impurezas. Se realizó dos lavados con cloro al 3% (2ml Cl/L agua) por cinco minutos para desinfectar las semillas, las cuales permanecieron en agua durante 24 horas posteriores al último lavado. Se colocó 150 gramos de semilla en bandejas plásticas de 12 x 25 cm (300 cm<sup>2</sup>), equivalentes a 5 kg de semilla/m<sup>2</sup>. Se estimuló el desarrollo precoz manteniendo las plántulas en oscuridad durante los primeros cinco días. A partir del sexto día se les suministró iluminación durante las 24 horas del día, con temperatura de 27°C y cuatro riegos diarios.

Los tratamientos fueron aplicados a partir del séptimo día, de acuerdo con la recomendación de Torres [10]. Como tratamiento se utilizó la mezcla de cuatro sales fertilizantes (nitrato de calcio, nitrato de potasio, fosfato monopotásico y sulfato de magnesio) a diferentes concentraciones: 0,5 µS, 1 µS y 2 µS de conductividad eléctrica, así como un testigo absoluto (agua potable). Se instalaron cuatro repeticiones por tratamiento bajo un diseño completamente al azar. El material se cosechó a los 16 dds (días después de siembra).

Sobre el material cosechado se midieron las siguientes variables: peso fresco (gr/bandeja), altura (cm), longitud radicular (cm), cantidad de hojas por planta y peso seco (por desecación de las plantas en horno a 105°C hasta peso constante). Posteriormente, se calculó la eficiencia de conversión (peso fresco/peso semilla) y el porcentaje de materia seca (%MS).

Se realizó una exploración de los datos mediante la técnica de componentes principales para determinar la importancia de las variables a evaluar y su relación con los tratamientos; posteriormente se realizó un análisis de conglomerados (método Ward, distancia Mahalanobis) para lograr una agrupación de tratamientos. Las diferencias entre los vectores de medias de los conglomerados se establecieron por análisis de varianza multivariado (Wilks), mientras que las diferencias de cada variable entre conglomerados se determinaron por análisis de variancia (MLMix). Finalmente, se desarrolló una ecuación de regresión que permitió estimar el peso seco del forraje producido en función del peso fresco del mismo. Los análisis se realizaron con el *software* estadístico InfoStat/P [11] con un nivel de significancia de 0,05.

## Resultados y discusión

El análisis de componentes principales mostró que las variables evaluadas fueron importantes y que en conjunto lograron explicar el 96% de la variabilidad observada. Como se muestra en el *biplot* de la Figura 1, el testigo (agua potable) se asoció a peso seco y % MS, T1 (0,5  $\mu\text{S}$ ) a % MS y altura de la planta, T2 (1  $\mu\text{S}$ ) a longitud de raíces y peso fresco y T3 (2  $\mu\text{S}$ ) a altura de la planta y cantidad de hojas. En este análisis no se incluyó la conversión semilla:peso fresco pues la misma es redundante con el peso fresco, aunque resulta una variable interesante de comparar con los valores obtenidos por otros autores.

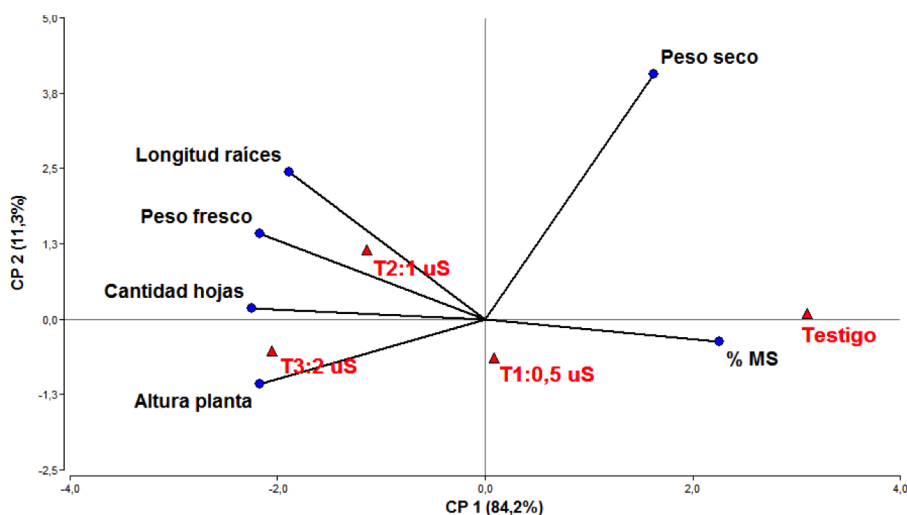
Mediante el análisis de conglomerados, se conformaron dos grupos de tratamientos: C1 = tratamiento testigo y tratamiento con CE de 0,5  $\mu\text{S}$  y C2: tratamientos con CE  $\geq 1$   $\mu\text{S}$ . El análisis de varianza multivariado mostró diferencias significativas (Wilks,  $p=0,0262$ ) entre los conglomerados. En el Cuadro 1 se muestran los valores de las medias ( $\pm$  error estándar) para cada conglomerado.

El peso fresco (y por ende la eficiencia de conversión) presentó los valores más altos en los tratamientos con  $\geq 1$   $\mu\text{S}$ . Este resultado coincide con Juárez-López *et al.* [12], quienes indican que los rendimientos de peso fresco serán los más altos dentro de los valores óptimos de conductividad

eléctrica de una solución nutritiva (entre 1,5 a 2,0  $\mu\text{S}$ ). Parés *et al.* [13] señalan que la conductividad eléctrica es un estimador de la concentración total de sales en la solución nutritiva, de manera que conforme aumenta este valor, se crea un estrés para la planta. Sin embargo, Carrasco *et al.* [14] reportaron, en plantas de albahaca, que pueden responder al estrés absorbiendo una mayor cantidad de agua, lo cual podría explicar los altos valores de peso fresco encontrados en este estudio.

Los autores de este estudio consideran que valores elevados de peso fresco no son deseables en el material de forraje, puesto que revelan un alto contenido de agua almacenada en las células de la planta, la cual no aporta nutrientes a los animales. Además, como señalan Herrera *et al.* [15], el alto contenido de humedad del material fresco puede acelerar la velocidad de paso de los alimentos por el tracto digestivo del animal, lo que se traduce en una limitada absorción de nutrientes y en una disminución en las ganancias de peso.

En Costa Rica se han realizado dos estudios de FVH con la misma variedad de maíz blanco (Diamantes 8843). Vargas-Rodríguez [1] reporta valores de eficiencia de conversión similares a los encontrados en el grupo de tratamientos con CE  $\geq 1$   $\mu\text{S}$ , aunque con rendimientos en peso fresco a



**Figura 1.** *Biplot* de variables evaluadas en el ensayo de plantas de maíz como forraje verde hidropónico, San Carlos, Costa Rica.

**Figure 1.** Biplot of variables evaluated in the test of maize plants as GHF. San Carlos, Costa Rica.

**Cuadro 1.** Valores de las variables de productividad primaria (media  $\pm$  error estándar) por conglomerado, en el ensayo de plantas de maíz como forraje verde hidropónico, San Carlos, Costa Rica.

**Table 1.** Mean, standard error and significance values of primary productivity variables () per cluster. San Carlos, Costa Rica.

Variable	C1: Testigo + Trat 1	C2: Trat 2 + Trat 3	p-valor
Peso fresco (kg/m <sup>2</sup> )	16,98 $\pm$ 0,82	21,61 $\pm$ 0,42	0,0002
Eficiencia de conversión	3,40 $\pm$ 0,16	4,32 $\pm$ 0,08	0,0002
Peso seco (kg/m <sup>2</sup> )	1,90 $\pm$ 0,03	1,88 $\pm$ 0,03	0,5767
% materia seca	11,45 $\pm$ 0,70	8,73 $\pm$ 0,31	0,0032
Altura (cm)	41,73 $\pm$ 2,76	48,68 $\pm$ 2,21	0,0690
Longitud radicular (cm)	2,74 $\pm$ 0,18	3,09 $\pm$ 0,14	0,1455
Cantidad de hojas	2,74 $\pm$ 0,08	2,90 $\pm$ 0,06	0,1323

los 20 dds de 17,2 kg/m<sup>2</sup>, los cuales son inferiores a los de este grupo de tratamientos. Ramírez y Soto [16] señalan valores de eficiencia de conversión de 1:5,08, con rendimientos de 15,28 kg/m<sup>2</sup> en peso fresco a los 11 dds.

Salas-Pérez *et al.* [17] encontraron relaciones de 1:5,1 a 1:5,6 en maíz tipo criollo con soluciones nutritivas orgánicas, en rendimientos en peso fresco de 18,1 a 19,7 kg/m<sup>2</sup> a los 16 dds. Morales *et al.* [18] registraron valores de conversión de 1:4,78 a 1:5,20 a los 12 días de cosecha de un híbrido comercial de maíz amarillo. Preciado *et al.* [19] en maíz forrajero cosechado a los 14 dds, registraron valores de conversión de 1:7,5 para el tratamiento testigo (agua) y de 1:9,2 en los tratamientos con solución nutritiva tradicional, con rendimientos de peso fresco entre 15,0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) y 18,5 kg/m<sup>2</sup> (solución nutritiva).

El porcentaje de materia seca (%MS) mostró valores significativamente más altos en el grupo Testigo + T1 (0,5  $\mu$ S de CE). Con la misma variedad de maíz usada en este estudio, Ramírez y Soto [16] reportaron entre 8,2 y 9,0% de MS a los 11 dds (porcentajes similares a los de los tratamientos CE  $\geq$  1  $\mu$ S, aunque inferiores a los de CE  $\leq$  0,5  $\mu$ S), mientras que Vargas-Rodríguez [1] registró 11,5% de materia seca a los 20 dds (más cercano a los valores del grupo Testigo + T1). Sin embargo, diversos autores reportan valores de %MS superiores a los encontrados en este estudio. Por ejemplo, Salas *et al.* [17] encontraron valores de

MS de 15,8%, 18,1% y 21,5% a los 12, 14 y 16 dds, respectivamente, en maíz criollo con soluciones nutritivas y de 17,9% en agua potable. En este mismo rango, Rivera *et al.* [20] reportan entre 16,3 y 18,2 % de MS en maíz blanco bajo iluminación deficiente a 11 dds; mientras que Preciado *et al.* [19], con maíz forrajero a 14 dds reportan 15,7 y 16,3% de MS con soluciones nutritivas y de 14,3% en agua potable.

Se presentaron diferencias entre conglomerados respecto a la altura de la planta ( $p = 0,0670$ , valor significativo a un  $\alpha = 0,10$ ), con medias más altas en los tratamientos del conglomerado 2 (48,7 cm versus 41,7 cm). Llama la atención que las alturas reportadas en la literatura resultan inferiores a las encontradas en este estudio. Ramírez y Soto [16] registraron alturas de 26,7 cm para el testigo y 30,2 cm para la concentración nutritiva más alta, a los 11 dds; Rivera *et al.* [20] encontraron alturas de 27,8 y 30,3 cm a los 11 dds con dos soluciones fertilizantes y Preciado *et al.* [19] señalan alturas de 19,3 a 22,2 cm a los 14 dds con un testigo (agua) y dos soluciones nutritivas. En maíz amarillo, Morales *et al.* [18] evaluaron cinco concentraciones de solución nutritiva (desde 0 hasta 100%) encontrando alturas de 18,6 cm en el testigo (0%) hasta 32,3 cm en la concentración más alta, a los 12 dds.

Para peso seco, longitud radicular y cantidad de hojas, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de tratamientos. Como se observa

en el Cuadro 1, la diferencia en los promedios de peso seco entre ambos grupos de tratamientos fue de únicamente 20 gr m<sup>-2</sup> y siendo esta la variable de producción primaria que afecta la ganancia de peso de los animales; se sugiere que, el uso de la solución nutritiva no representó una ventaja adicional que pueda ser utilizada en un sistema de producción de forraje hidropónico con maíz blanco Diamantes 8843 con 16 días a la cosecha. Este resultado también fue encontrado por Ramírez y Soto [16] en variables de producción y de composición de nutrientes minerales en FVH de la misma variedad de maíz blanco.

Se considera importante destacar que el porcentaje de materia seca y el peso fresco presentaron una correlación fuerte ( $r = -0,96$ ,  $p = 0,0001$ ); no así entre el peso fresco y el peso seco ( $r = -0,54$ ,  $p = 0,0300$ ). Con esa información, se desarrolló un modelo de regresión lineal para predecir el porcentaje de materia seca en función del peso fresco; tal como se muestra en la Ecuación 1.

$$\% MS = 0,2289 - 0,0066 \times \text{Peso fresco} \quad (R^2 = 0,94) \quad (1)$$

Posteriormente, se obtuvo una ecuación de regresión cuadrática para el peso seco en función del peso fresco y el porcentaje de desecación (Ecuación 2).

$$\begin{aligned} \text{Peso seco} &= -4,3417 + 18,1593 * \% MS + 0,3670 \\ * \text{Peso fresco} - 0,0070 * \text{Peso fresco}^2 \quad (R^2 &= 0,98) \quad (2) \end{aligned}$$

Finalmente, en la ecuación 3 se sustituyó el término del porcentaje de desecación con la Ecuación 1, resultando en una ecuación que permite predecir el peso seco en función del peso fresco (Ecuación 3).

$$\begin{aligned} \text{Peso seco} &= -4,3417 + 18,1593 * (0,2289 - 0,0066 \times \text{Peso fresco}) \\ &+ ,3670 * \text{Peso fresco} - 0,0070 * \text{Peso fresco}^2 \quad (3) \end{aligned}$$

En las tres ecuaciones anteriores, el peso fresco y el peso seco se expresaron en kg/m<sup>2</sup>.

En un sistema de producción pecuario, la estimación de la producción de materia seca permitiría inferir la cantidad de FVH necesario para cubrir los requerimientos de los animales que se alimenten con este, lo cual resulta fundamental para asegurar una producción constante de forraje.

Los beneficios que acarrea el uso de FVH son diversos, aunque uno de los más sobresalientes

es la eficiencia del sistema en la conversión de la materia prima en forraje disponible para los animales. López-Aguilar *et al.* [21] mencionan que con la constante producción de FVH se puede obtener un rendimiento equivalente a la producción convencional de otros forrajes en menor área y con menos cantidad de recursos; además de no requerir de agroquímicos. Debido a que el FVH se cosecha dos semanas posterior a su siembra, desarrolla una baja cantidad de fibra y una elevada cantidad de nutrientes [21]. Romero *et al.* [22] señalan que el aporte de FVH en las dietas de vacas lecheras aumenta su producción en cantidad y calidad, ya que incrementa la producción de grasa y sólidos totales.

Los sistemas de producción de FVH pueden ser desarrollados bajo condiciones controladas y en superficies limitadas, lo cual resulta de gran conveniencia actualmente debido a las variaciones de temperatura, precipitación y nubosidad como consecuencia del cambio climático.

## Conclusiones y recomendaciones

Los resultados mostraron diferencias en cuanto al peso fresco entre grupos de tratamientos (Testigo + T1 y T2 + T3), aunque no en el peso seco. Siendo las diferencias encontradas atribuibles al contenido de agua, se consideran deseables los tratamientos CE  $\leq 0,5$   $\mu\text{S}$  para producir FVH de maíz, puesto que los animales consumirán menor contenido de agua; por lo cual el total de alimento ingerido será materia seca en mayor proporción.

La ecuación propuesta para la predicción de la materia seca se ajustó a los datos observados, por lo cual se espera que su utilización permita determinar la cantidad de materia seca en el sistema FVH con maíz Diamantes 8843.

## Bibliografía

- [1] C. Vargas-Rodríguez, "Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero", *Agronomía Mesoamericana*, vol. 19, no. 2, pp. 233-240, 2008.
- [2] L. Salas-Pérez, P. Preciado-Rangel, J. Esparza-Rivera, V. Álvarez-Reyna, A. Palomo-Gil, N. Rodríguez-Dimas, C. Márquez-Hernández, "Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica", *Terra Latinoamericana*, vol. 28, no. 4, pp. 355-360, 2010.

- [3] A. El-Morsy, M. Abul-Soud, M. Emam, "Localized hydroponic green forage technology as a climate change adaptation under Egyptian conditions", *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 341-350, 2013.
- [4] D. Suárez, A. Sua, O. Marín, A. Mejía, M. Suárez, A. Santis, "Evaluation of the Effect of Two Types of Fertilizer on the Growth, Development and Productivity of Hydroponic Green Forage Oat (*Avena sativa* L.) and Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) as a Biomass Source", *Chemical Engineering Transactions*, vol. 50, pp. 385-390, 2016.
- [5] E. González, J. Ceballos, O. Benavides, "Producción de forraje verde hidropónico de maíz *Zea mays* L. en invernadero con diferentes niveles de silicio", *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 32, no. 1, pp. 75-83, 2015.
- [6] G. Al-Karaki, "Utilization of treated sewage wastewater for green forage production in a hydroponic system", *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 23, no. 1, pp. 80-94, 2011.
- [7] H. Fazaeli, H. Golmohammadi, S. Tabatabayee, M. Asghari-Tabrizi, "Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System", *World Applied Sciences Journal*, vol. 16, no. 4, pp. 531-539, 2012.
- [8] R. Maldonado, M. Álvarez, D. Acevedo, E. Ríos, "Nutrición mineral de forraje verde hidropónico", *Revista Chapingo. Serie horticultura*, vol. 19, no. 2, pp. 211-223, 2013.
- [9] M. Zagal-Tranquilino, S. Martínez-González, S. Salgado-Moreno, F. Escalera-Valente, B. Peña-Parra, F. Carrillo-Díaz, "Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas", *Abanico Veterinario*, vol. 6, no. 1, pp. 29-34, 2016.
- [10] K. Torres, "Efecto del fotoperíodo en la producción de forraje verde hidropónico de maíz con diferentes soluciones nutritivas para alimentación de conejos en el período de engorde", Tesis Ing., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2012.
- [11] J. A. DiRienzo, F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, C. Robledo, InfoStat versión 2018. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2018.
- [12] P. Juárez-López, H. Morales-Rodríguez, M. Sandoval-Villa, A. Gómez, E. Cruz-Crespo, C. Juárez-Rosete, J. Aguirre-Ortega, G. Alejo-Santiago, M. Ortiz-Catón, "Producción de forraje verde hidropónico", *Revista Fuente*, vol. 4, no. 13, pp. 16-26, 2013.
- [13] J. Parés, M. Arizaleta, m. Sanabria, G. García, "Efecto de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y grosor foliar en plantas de *Carica papaya* L.", *Acta Botánica Venezuelica*, vol. 31, no. 1, pp. 27-34, 2008.
- [14] G. Carrasco, P. Ramírez, H. Vogel, "Efecto de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT", *Idesia (Arica)*, vol. 25, no. 2, pp. 59-62, 2007.
- [15] A. Herrera, L. Depablos, R. López, M. Benezra, L. Ríos, "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*, vol. 17, no. 4, pp. 372-379, 2007.
- [16] C. Ramírez, F. Soto, "Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz", *Agronomía Costarricense*, vol. 41, no. 2, pp. 79-91, 2017.
- [17] L. Salas, J. Esparza, P. Preciado, V. Álvarez, J. Meza, J. Velázquez, M. Murillo, "Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica", *Interciencia*, vol. 37, no. 3, pp. 215-220, 2012.
- [18] H. Morales, A. Gómez-Danés, P. Juárez, L. Olguín, L. de Coss, "Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz* L.) con diferente concentración de solución nutritiva", *Abanico Veterinario*, vol. 2, no. 3, pp. 20-2, 2012.
- [19] P. Preciado, J. García, M. Segura, L. Salas, A. Ayala, J. Esparza, E. Troyo, "Efecto del lixiviado de vermicomposta en la producción hidropónica de maíz forrajero", *Terra Latinoamericana*, vol. 32, no. 4, pp. 333-338, 2014.
- [20] A. Rivera, M. Moronta, M. González-Estopiñán, D. González, D. Perdomo, D. García, G. Hernández, "Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente", *Zootecnia Tropical*, vol. 28, no. 1, pp. 33-41, 2010.
- [21] R. López-Aguilar, B. Murillo-Amador, G. Rodríguez-Quezada, "El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas", *Interciencia*, vol. 34, no. 2, pp. 121-126, 2009.
- [22] M. Romero, G. Córdova, E. Hernández, "Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero", *Acta Universitaria*, vol. 19, no. 2, pp. 11-19, 2009.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

V. Barquero, A. Nieuwenhuys, R. García-Arguedas, "Efecto de diferentes concentraciones de sales fertilizantes sobre la producción primaria de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.)", *Revista AgrolInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 2, no. 1, pp.12-17, 2019, DOI: 10.18860/rath.v2i1.4688