

Empleo de microorganismo eficiente en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.)

Use of efficient microorganism in the production of green hydroponic corn forage (Zea mays L.)

Georbis Guibo Sagó¹; Yanixi Acosta Acosta²; Luis Augusto La O Cantalapiedra²; Annia Cardosa García²

¹Empresa Agroforestal "Coronel" Arturo Lince González. Provincia Guantánamo

²Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Cuba

Código ORCID

<https://orcid.org/0000-0001-8765-0046>

<https://orcid.org/0000-0002-6905-2269>

<https://orcid.org/0009-0009-4845-3782>

email

yanixi@cug.co.cu

luislc@cug.co.cu

anniacg@cug.co.cu

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la incorporación de diferentes niveles de microorganismos eficiente en la producción y calidad de forraje verde hidropónico de maíz, se realizó un experimento bajo un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, Los tratamientos utilizados fueron: 0 %, 5 % de 10 % y 15 % de inclusión de ME en el agua de riego, las variables controladas fueron: altura de las plantas, peso por bandeja, rendimiento de masa verde de FVH de maíz, y los contenidos de materia seca, proteína bruta, fibra bruta, Cenizas y Calcio. Los resultados que se obtuvieron reflejaron efectos significativos del uso del microorganismo eficiente en el fertiriego tanto en la producción como en los parámetros de calidad del FVH de maíz, con la dosis del 5 % la que promovió mayores tasas de crecimientos, rendimientos y contenido de PB en la biomasa producida en 14 días de cultivos

Palabras claves: Hidroponia, forraje, bioproducto

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of the efficient incorporation of different levels of microorganisms in the production and quality of green hydroponic corn forage, an experiment was carried out under a randomized block design with four treatments and four replications. used were: 0%, 5% of 10% and 15% inclusion of ME in the irrigation water, the controlled variables were: plant height, weight per tray, yield of green mass of corn FVH,

and the contents of dry matter, crude protein, crude fiber, Ashes and Calcium. The results that were obtained reflected significant effects of the use of the efficient microorganism in fertigation both in the production and in the quality parameters of the FVH, with the dose of 5% which promoted higher growth rates, yields and CP content. in biomass produced in 14 days of crops

Keywords:*Hydroponics, forage, bioproduct*

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) consiste en la germinación de semillas de gramíneas o leguminosas y posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo. Es una alternativa de producción sostenible que puede mantener y mejorar las condiciones de productividad y sanidad del ganado (Campêloet *et al.*, 2007), su uso en la alimentación de bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos, conejos y aves (Müller *et al.*, 2006 y Herrera *et al.*, 2007), representa una opción viable, económica y segura en su nutrición (Vargas, 2008).

Una característica destacable acerca del FVH es la acelerada producción de biomasa en periodos de 9 a 16 días después de la siembra (Müller *et al.*, 2006). Por otra parte, se ha reportado que el comportamiento productivo de este sistema depende de varios factores que incluyen las condiciones ambientales, ciclo de cultivo, variedad de la especie forrajera y tipo de fertilización, que puede ser tradicional (química) u orgánica (Müller *et al.*, 2006a)

Este último factor en ocasiones se convierte en el limitante para el establecimiento de sistema de producción de FVH, dado el bajo nivel de acceso de los productores a los fertilizantes químicos. La utilización del fertiriego a partir del aprovechamiento de desechos orgánicos y bioproductos como los ME que han mostrado resultados alentadores en otros cultivos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la incorporación de diferentes niveles de ME en la producción y calidad de FVH de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se realizó en condiciones de producción en la unidad porcina acueducto perteneciente a la Empresa Agroforestal Coronel "Arturo Lince

González”, situada en la comunidad acueducto del municipio San Antonio del Sur, Localizada en la franja costera sur de Guantánamo. La localidad se caracteriza escasas precipitaciones, temperatura que oscila entre 28 y 30 °C y humedad relativa de 78%.

Diseño experimental

Se realizó un experimento bajo un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, Los tratamientos utilizados fueron: 0 %, 5 % de 10 % y 15 % de inclusión de ME en el agua de riego, las variables controladas fueron: altura de las plantas (cm), peso por bandeja (kg), rendimiento de masa verde (MV) en (kg/m²) de FVH de maíz, y la composición los contenidos de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), Cenizas (Cz) y Calcio (Ca).

Procedimiento experimental

La tabla 1 muestra las características del ME que se empleó en la investigación, el cual fue adquirido en la planta de producción de la Empresa Agroforestal Coronel “Arturo Lince González”.

Tabla 1. Características generales del bioproducto (ME) empleado

Indicadores	Contenido
PH	3,3
Levadura	1,5 x 10 ⁸
Hongos Filamentosos	≤10 ⁷
Coliformes Fecales	00,00
Coliformes Totales	00,00

Fuente: Laboratorio Provincial de epizootiología y diagnóstico veterinario

Proceso de siembra

En el experimento fueron utilizadas bandejas metálicas con dimensión de 86 cm de largo por 56 cm de ancho (0,481 m²) y 3 cm de altura, las bandejas se ubicaron en un estante de metal con inclinación de 15° con respecto a la horizontal; en el fondo de las bandejas se hicieron pequeñas perforaciones (2 mm de diámetro) para permitir el drenaje del agua.

Las semillas de maíz se sanearon con la eliminación de semillas partidas y las que presentaron pigmentación negra, para evitar la contaminación por la aparición de hongos los cuales provocan contaminación en el material.

Pesaje y preparación de las semillas: Se utilizó la densidad 1,7 kg para bandejas de 0,269 m² (Carballo, 2020), por lo que se utilizó la proporción de 3 kg para bandejas de 480 cm². Se hizo una selección manual de las semillas para eliminar todas aquellas que estaban en mal estado (semillas partidas) y cuerpos extraños.

Pre-germinación

Las semillas fueron sumergidas en agua 12 horas, luego se sacaron y se dejaron escurrir durante 1 hora y posteriormente se volvieron a sumergir por 12 horas nuevamente, para poder inducir la germinación de manera más rápida. Posteriormente fueron depositadas en una lona y se dejaron en reposo por 48 horas.

Riego

El riego de agua se realizó dos veces al día (8,00 am y 4,00 pm) de forma manual durante los primeros cinco días, a partir de este período se comenzó a aplicar el ME en el agua de riego según los tratamientos diseñados.

Cosecha el forraje

Previo a la cosecha se determinó la altura del FVH de cada bandeja, posteriormente se pesó el contenido total de las bandejas, se tomó una muestra de 5 kg y se trasladó al laboratorio de bromatología del Centro de Estudio de Tecnología Agropecuaria (CETAF) de la Facultad Agroforestal donde se determinaron los contenidos de MS, PB, FB, Cenizas y Ca.



Figura 1. Muestras del hidroforraje cosechado

Determinaciones analíticas

Se determinaron los contenidos de materia seca, cenizas, materia orgánica, fibra bruta y proteína bruta a partir de la metodología descrita por la AOAC (1995). El calcio y el fósforo se determinaron según Herrera (1980).



Figura 2. Muestras preparadas para las determinaciones analíticas

Estimación de biomasa

La producción de biomasa se estimó cuando el cultivo alcanzó la edad de 14 días, como criterio de cosecha se tomó en consideración la altura del cultivo (25 cm) (Henriques, citado por Müller *et al.* (2005), Carballido, (2019) y Elizondo (2005)), el material fresco se pesó de inmediato y se procedió a extraer cinco muestras representativa de 2 kg incluyendo raíces y semillas, luego fue ubicado en una estufa a 60 °C hasta lograr peso constante. Posteriormente para los análisis de laboratorio correspondientes se molió utilizando un molino marca Wiley con tamiz de 1 mm.

Análisis estadístico

Los datos de la estabilidad de la composición química del FVH producido según niveles de ME; se analizaron mediante análisis de varianza doble. Los datos se procesaron con ayuda del paquete estadístico InfoStat. La dócima de Duncan (1995) se empleó en los casos necesarios, para discriminar diferencias entre las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3 se presenta el comportamiento de la altura del FVH de maíz con diferentes niveles de ME en el riego, la mayor altura del FVH a los 14 días de cultivo se obtuvo cuando se utilizó el 5% ME en el riego, lo que indica que en niveles superiores al 5% se inhibe la tasa de crecimiento del FVH, que pudiese estar relacionado al grado de acidez que proporciona el uso del ME en concentraciones del 10 y 15%.

Lo anterior corrobora lo señalado por Flores (2014), al plantear que el maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5,50 y 7,80. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce

toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5,5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 o superior a 7 en suelos calcáreos tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc.

Los resultados obtenidos por Zambrano (2017) mediante el método de cultivo FVH en 10 y 15 días edad de cosecha reportó altura del FVH entre los 15 y 25 cm, formando hojas y tallos de alta calidad nutritiva y listo para la cosecha; sin embargo, estas alturas son directamente influenciadas por las condiciones climáticas y disponibilidad de agua y nutrientes durante el periodo de crecimiento del material.

Rodríguez (2017), utilizó maíz Dekalb® híbrido DK 2020 para la producción de FVH, y durante su crecimiento solo se aplicó agua, el forraje alcanzó una altura de 18,66 cm a 12 días de edad. En esta misma investigación al utilizar una solución alta en nutrientes se incrementó la altura de las plantas de FVH hasta los 27,58 cm de altura promedio, situación que evidenció una relación entre el nivel de fertilización y la altura del FVH.

Rivera (2010) en el Estado Trujillo, Venezuela, evaluó el efecto de dos soluciones nutritivas preparadas con fertilizante líquido comercial en la producción de FVH de maíz, bajo condiciones de iluminación natural deficiente, obtuvo promedios de altura entre 27,8 y 30,3, similares a los de este trabajo

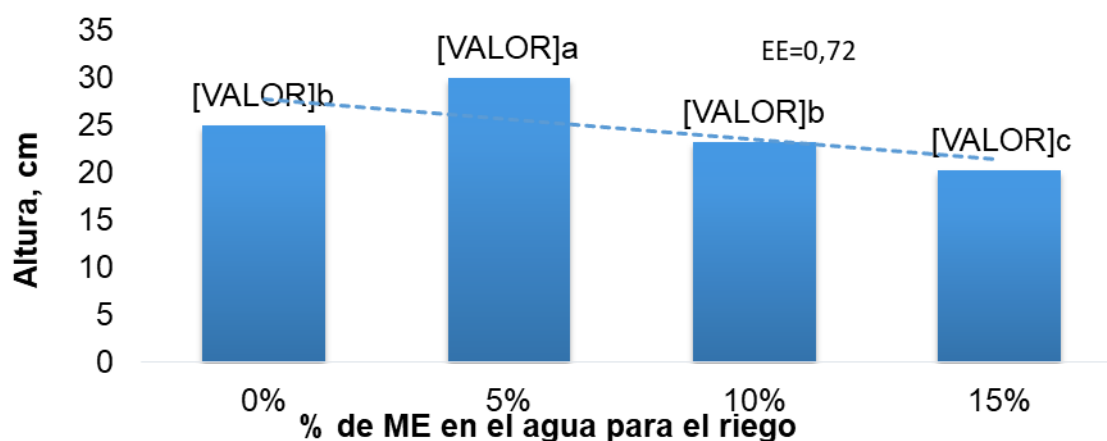


Figura 2. Valores promedio de la altura del FVH de maíz con diferentes % de ME en el agua de regadío

El efecto sobre el peso y rendimiento de FVH promovido por el nivel de ME incluido en el agua de riego se presenta en la tabla 2, los resultados reflejan

que con la inclusión del 5% de ME en el riego se obtienen peso de 16,73kg/bandeja y rendimientos de 7,77 kg/m² de FVH con densidades de siembra de 3 Kg de semillas por bandejas de 480 cm², lo cual representa los mayores valores para ambos indicadores, se observa además un descenso significativo en la producción de FVH con las dosis del 10 y 15% de inclusión de ME en el riego.

Estas tendencias están relacionada al crecimiento manifestado por el FVH de maíz en los 14 días de cultivos, donde parece ser que la inclusión del 10 y 15% de ME ocasionó reducción del pH en el agua de riego en niveles que causaron afectaciones en el crecimiento del FVH.

Fabián (2008) en un estudio comparativo de la producción de FVH de maíz, arroz y sorgo negro forrajero, con densidad de siembra de 4 kg/bandejas de 720 cm² logró producir 21,65 kg, 17,20 kg y 14,35 kg de forraje verde hidropónico (FVH) de sorgo, maíz y arroz respectivamente, sin diferencias significativas ($P>0,05$) entre la producción del sorgo y la de maíz, igual sucedió entre el maíz y el arroz; entre el sorgo y el arroz las diferencias fueron significativas al 8%.

La relación semilla: material producido estuvieron en el orden de los 1: 5,28 y 1: 5,58, resultados que concuerdan con lo establecido por Sneath y McIntosh (2003) quienes indican que se puede considerar un buen rendimiento en forrajes bajo sistemas hidropónicos cuando la relación se mantiene en 1: 5.

La relación semillas material producido fueron superior a alcanzado por Fabián (2008) quien obtuvo una relación para el maíz de 1: 4,3 y para el arroz de 1: 3,58 y similar a la relación 1: 5,45 reportada por este autor para el sorgo. Sin embargo no se logró obtener relaciones semillas material producida en los niveles señalado por Tarrillo (2007) quien informa que a partir de 1 kg de semilla se puede producir una masa forrajera de 6 a 8 kg consumible en su totalidad y con Elizondo (2005) quien refiere que a partir de 1 kg de semilla se pueden obtener 9 kg de biomasa; sin embargo, en el presente trabajo no se logró alcanzar esos rendimientos, al respecto Valdivia (1997) menciona que obtener mayor volumen de material resulta complicado debido a la limitante de la calidad de la semilla disponible.

El rendimiento de FVH de maíz mostró diferencias ($p < 0,001$) entre las dosis de aplicación del ME, con los mayores promedios para la dosis con el 5 % de aplicación del ME en el agua de riego, superiores a los obtenidos por Salas (2010) quien utilizó semilla de maíz híbrida para producir FVH con una densidad de siembra de 3 Kg alcanzó $16,49 \text{ kg/m}^2$ y cosecha del material a los 12 días de edad. Al igual que los resultados informados por Muñoz (2005), que logro obtener $17,00 \text{ kg/m}^2$ y evaluó el efecto de la nutrición mineral aplicada mediante solución nutritiva, con una densidad de $3,50 \text{ kg/m}^2$.

Tabla 2. Peso y rendimiento del FVH de maíz con el uso de diferentes niveles de ME en el agua de regadío.

Inclusiones ME	Peso/bandeja, kg	Rendimiento, kg/m^2
0%	16,63 ^b	34,65 ^b
5%	16,73 ^a	34,86 ^a
10%	16,50 ^c	34,38 ^c
15%	15,84 ^d	33,02 ^d
EE	0,02	0,05
P. valor	0.01	0,01

^{abcd} Superíndices distintos en la misma columnas indican diferencias significativa a $p < 0,05$ Dunca $< 0,001$

En la tabla 3 se presenta el % de MS del FVH de maíz cultivado con diferentes niveles de ME en el agua de riego, el % de MS en las raíces se incrementó en la medida que se aumentó las dosis de ME en el agua de riego, en las hojas la tendencia fue inversa, o sea a decrecer con el aumento de las dosis de aplicación del ME, en el forraje integral el % de MS tuvo valores aceptables en rango del 18% con los mayores % cuando se realizó el riego con dosis del 15%.

Tabla 3. Contenidos de MS en el FVH de maíz cultivado con microorganismos eficientes

Tratamientos	FVH integral	Hojas	Raíces
0	18,23 ^c	14,72 ^a	23,83 ^c
5	18,18 ^c	12,60 ^b	23,69 ^d
10	18,47 ^b	11,56 ^d	24,95 ^b
15	18,65 ^a	12,36 ^c	25,35 ^a

<i>EE</i>	0,20	0,27	0,16
P. Valor	0.001	0.001	0.001

^{ab} *Superíndices distintos en la misma columnas indican diferencias significativa a $p < 0,05$*

Dunca < 0,001

El % de MS presente en el FVH, estuvo influenciado por la estructura del producto forrajero, con efectos marcado por el contenido de semillas y raíces, ya que el contenido de hojas acumula mayor humedad en su composición.

Los resultados de % de MS coincide con lo referido por Tarrillo (2007) quien recopilando información de varios autores aduce que es posible obtener valores de MS entre 12-20% en sistemas hidropónicos, al igual que con lo señalado por Carballo (2000) la FAO (2001), Elizondo (2005) y Müller *et al.* (2005), quienes aseveran que los rendimientos esperados en cuanto a % MS en FVH de maíz rondan entre 20 y 30% y también concuerda con Rodríguez (2000) quien menciona que dependiendo de la especie forrajera es posible obtener materiales que varían entre 12 y 18% de MS.

Rivera (2010) reportó % de MS similares al obtenido en este trabajo al evaluar dos soluciones nutritivas y tres tipos de medios de cultivo con promedios de 17,20 % de MS, de igual forma Salas (2010) reportó 15% de MS con soluciones nutritivas, tipos de maíz y días de cosecha a los 12 días y densidad de siembra de 3,40 kg/m².

Los promedios de % MS del FVH obtenido en esta investigación son superiores a los referido por Campêlo (2007) que obtuvo 11,54% de MS en FVH de maíz, usando un sustrato vegetal para el crecimiento y prescindiendo de la utilización de fertilizante foliar y a los % de MS del FVH de las gramíneas sorgo, maíz y arroz reportado por Fabián (2008) quien informó valores de 15,82, 11,54 y 11,48 respectivamente y también a los 10,80 y 14,76% de MS obtenido por Muñoz (2005) que utilizó maíz amarillo a los 12 días para la producción de FVH y Espinoza *et al.* (2004) quienes utilizaron FVH para alimentar toretes mestizos obtuvieron maíz con un 14,43% de MS.

En la tabla 4 se muestra el contenido de PB, FB y MO en las raíces, hojas y el forraje integral, en sentido general se observa efectos positivos en el balance de nutrientes del FVH respecto al maíz en granos y sobre todo en lo referido al contenido de PB que se aprecia un incremento de 2 a 4% superior en el FVH

de maíz a los reporte del 6 a 9% de PB del maíz en grano. Se aprecia además que en la dosis del 5% ME en el agua de riego se logra el mayor % de PB tanto en las hojas como en el FVH integral.

Tabla 4. Contenidos de PB, FB y MO en FVH de maíz cultivado con microorganismos eficientes

Tratamientos	FVH integral			Hojas			Raíces		
	PB	FB	MO	PB	FB	MO	PB	FB	MO
0	12,34 ^c	2,14 ^c	91,95 ^b	21,13 ^b	1,46 ^b	93,45	4,54 ^a	3,48 ^a	90,46 ^b
5	13,47 ^a	2,16 ^b	92,18 ^a	21,56 ^a	1,53 ^a	93,45	4,43 ^b	3,44 ^{ab}	90,45 ^b
10	12,86 ^b	2,18 ^a	92,02 ^b	20,83 ^c	1,56 ^a	93,47	4,38 ^{bc}	3,52 ^a	90,47 ^b
15	12,78 ^b	2,18 ^a	92,00 ^b	20,28 ^d	1,54 ^a	93,84	4,33 ^c	3,31 ^b	90,52 ^a
EE	0,41	0,04	0,09	0,48	0,05	0,31	0,09	0,09	0,04
P. Valor	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,112	0,001	0,001	0,001

^{abc} Superíndices distintos en la misma columnas indican diferencias significativa a $p < 0,05$

Dunca < 0,001

Los incrementos del valor nutricional del FVH del maíz parecen estar relacionado a la edad de la cosecha empleada. En este sentido Torres (2013) señaló que varios estudios científicos han demostrado que el ciclo de producción de FVH de maíz no debe extenderse más allá de los 12 días, ya que a partir de esta edad se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH.

En este sentido Müller *et al.* (2005) Señalan que en las plantas jóvenes el crecimiento está relacionado principalmente, con un aumento en la superficie de las hojas que son los órganos ricos en nitrógeno, con el incremento en la edad, las partes estructurales y de acumulación como tallo y pecíolos, que son más pobres en nitrógeno, se tornan preponderantes, así mismo las necesidades de ese elemento para la síntesis de biomasa son menores. Bajo esas condiciones el nitrógeno de las hojas es removido para las partes jóvenes, la fracción de biomasa activa disminuye lo que acentúa la dilución del nitrógeno en la planta (Taiz y Zerge, 2003).

Lo anterior es confirmado por Sandía, citada por Müller *et al.* (2005) menciona que pueden haber reducciones conforme avanza la madurez del cultivo, pues aduce que a una edad de 12 días obtuvo FVH de maíz con 17,4% de PC y a

los 14 días se redujo a 13,4%; Balerio *et al.* (2000) complementan esta afirmación, cuando trabajando con maíz hidropónico obtuvieron valores de 11,7% a los 16 días.

Por su parte, Carballido (2005) cosechó a edades de 12 días y obtuvo 18,80% para FVH de maíz, 25,75% para cebada cervecera y 19,4% para cebada blanca y por Espinoza *et al.* (2004) quien cosechó un maíz hidropónico que promedió 19,44% PC. Tarrillo (2007) considera que rangos normales en producción hidropónica deben variar entre 12-25% PC.

El contenido de PB obtenido en esta investigación concuerda con lo reportado en investigaciones realizadas por Camero (2008) quien alcanzó valores de PC entre 12,23% y hasta 20,17% en una evaluación biológica y económica del uso del FVH de maíz amarillo y blanco a los 12 días de cosecha y a los reportados por Vargas (2008), quien obtuvo un porcentaje de 13,65% de PC cuando evaluó de forma productiva dos genotipos de maíz.

Fabián (2008) al analizar el contenido de Pc presente en los materiales en el sorgo arroz y maíz obtuvo valores de 10,47, 7,21 y 9,61% respectivamente, resultados inferiores a esta investigación.

El contenido de FB mostró valores bajos con promedios que oscilaron entre el 1,46 y 1,56%, con el mayor valor cuando se aplicó la dosis del 5% de ME en el agua de riego, estos valores al ser inferiores al 5% no constituye limitantes en el posible uso de este producto forrajero en las dietas del cerdo.

El bajo nivel de FB obedece a que este material proviene de plantas cosechadas en una etapa fisiológica temprana, en la cual el desarrollo de la pared celular no está completo, y se presentan valores bajos de lignina. Según Herrera (2007) la cantidad de FDN en plantas jóvenes es baja al compararlo con plantas maduras, debido a que la estructura de la fibra cambia a medida que evoluciona la planta, pues se hace más lignificada y, por lo tanto, menos digestible.

El contenido de MO, mostró poca variación tanto en las raíces, las hojas y el forraje integral, mostró diferencias a $p < 0,001$ en el caso de las raíces y en el forraje integral, para las dosis de aplicación de 15% en las raíces y en el caso

del forraje integral entre las dosis de aplicación entre el 10 y 15% respecto al 0 y 5% de aplicaciones del ME en el agua de riego.

El uso del ME en el agua de riego promovió efectos significativos en los contenidos de cenizas tanto en las raíces como en el FVH integral (tabla 5), con los contenidos más bajos para la aplicación del 15% de ME en el riego en ambas partes. El contenido de calcio en las raíces fue superior en la dosis del 15% y ligeramente inferior para la dosis del 5% en las hojas que no mostró diferencias con las dosis de 0 y 10% de aplicación.

León (2005) quien obtuvo un promedio de 1,84% de cenizas al evaluar la producción de FVH de maíz expuesto bajo condiciones de diferentes fotoperiodos 12,18 y 24 horas luz.

Sin embargo, los valores de cenizas que se mostraron en esta investigación son similares a los reportados por Vargas (2008), quien alcanzó valores de 9,17 y 6,54% en FVH de arroz y sorgo, respectivamente.

Tabla 5. Contenidos de cenizas y calcio en FVH de maíz cultivado con microorganismos eficientes

Tratamientos	FVH integral		Hojas		Raíces	
	CZ, %	Ca, %	CZ, %	Ca, %	CZ, %	Ca, %
0	8,04 ^a	0,43	6,55	0,45 ^{ab}	9,54 ^a	0,55 ^b
5	8,00 ^a	0,43	6,55	0,44 ^b	9,55 ^a	0,55 ^b
10	7,98 ^a	0,42	6,53	0,45 ^{ab}	9,53 ^a	0,55 ^b
15	7,82 ^b	0,43	6,56	0,46 ^a	9,48 ^b	0,57 ^a
EE	0,95	0,01	0,06	0,003	0,009	0,003
P. valor	0,001	0,831	0,112	0,001	0,001	0,001

^{ab} Superíndices distintos en la misma columnas indican diferencias significativa a $p < 0,05$
Dunca < 0,001

CONCLUSIONES

El nivel de fertirriego con ME incide en el rendimiento y la calidad nutricional del FVH de maíz. La dosis del 5 % de ME en el riego promueve los mayores peso fresco, rendimientos de masa verde por m² y los contenidos de proteína cruda. Se recomienda que es factible la utilización de dosis del 5 % de ME en el riego como vía alternativa a la fertilización química en la producción de FVH de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 5ed (P A Cunnif, ed.). AOAC International Arlington. 1995. p. 2000
2. BALERIO G, FERREIRA A, VIANA M, RESENDE E Y CRUZ C. Produção de forragem hidropônica de milho com diferentes substratos. Brasil. Anuario 37°. Reunión anual de la sociedad brasileña de Zootecnia. Viçosa: SBZ, CD Rom. Forragicultura. 2000.
3. CAMERO A. Degradación ruminal de forrajes tropicales cuando se sustituye kinggrass por morera. (en línea). Consultado 22 octubre. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6320S/X6320S00.HTM>. 2008.
4. CAMPÊLO JEG, Gomes de Oliveira JC, Rocha A, de Carvalho JF, Moura GC, Oliveira ME, Lopes da Silva JA, da Silva Moura JW, Costa VM y Uchoa LM. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. Rev. Brasileira Zoot. 2007. 36: 276-281.
5. CARBALLIDO C. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios: Forraje verde hidropónico 2005. (en línea). Chile. Consultado el 15 jun. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/88>. 2019.
6. CARBALLO C. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. 2000. (en línea). Culiacán, México. Consultado 22 jun. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm>. 2019.
7. DUNCAN, D. B. Múltiple Range Test Bimetrics 1:11. 1955. 41 Pág.
8. ELIZONDO J. Forraje verde hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal. Revista Ecag informa. 2005. (32): 36-39
9. ESPINOZA F, ARGETI P, Urdaneta G, Areque C, Fuentes A, Palma J y Bello C. Uso del forraje del maíz (Zea mays) hidropónico en la alimentación de toros mestizos. Venezuela. Revista Zootecnia Tropical. 2004. 22(4): 303-315.
10. FABIÁN C. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía mesoamericana 2008. 19 (2): 233-240. ISSN: 1021-7444

- 11.FAO (Organización de las naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, IT). Manual técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. 2001. 68 Pág.
- 12.Flores. El cultivo del Maíz. Guía Técnica. (En línea) <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>. 2014. Consultada. Marzo de 2019.
- 13.HERRERA A, Depablos R, López M, Benezrra G y Ríos L. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista Científica XVII 2007. (4):372 - 379.
- 14.HERRERA RS. Análisis químico del pasto. Metodología para las tablas de su composición. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas. La Habana, Cuba. 1980. 25-37 Pág.
- 15.LEÓN S. Efecto del fotoperiodo en la producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz con diferentes soluciones nutritivas para la alimentación de conejos en el período de engorde. Tesis de Grado para la 70 obtención del título de Ingeniera Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2005. 58 Pág.
- 16.MÜLLER L, MANFRON P, SANTOS O, MEDEIROS S, HAUT V, DOURADO D, BINOTTO E Y BANDEIRA A. Producción y composición bromatológica de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes densidades de siembra y días de cosecha. Brasil. Zootecnia Tropical. 2005. 23(2): 105/119.
- 17.MÜLLER L, MANFRON PA, MEDEIROS LSP, SANTOS OS, MORSELLI GA, DOURADO DN, FAGAN EB, BANDEIRA AH Y LUZ GL. Valor nutricional da forragem hidropônica de trigo com diferentes solucoes nutritivas e idades de colheitas. Biosciencia. 2006a. 22: 49-56 Pág.
- 18.MÜLLER L, MANFRON PA, SANTOS OS, PETTER SL, DOURADO D, MORSELLI TBGA, LOPES DA LUZ G Y BANDEIRA AH. Efeito de soluções nutritivas na produção e qualidade nutricional da forragem hidropônica de trigo (*Triticumaestivum* L.). Zootecnia Trop. 2006. 24: 137-152 Pág.
- 19.MÜLLER L, MANFRON, SANTOS V, MEDEIRO S, HAUT V, DOURADO D, BINOTTO E, Y. BANDEIRA A. Produção e composição

- bromatologicada forragem hidropônica de milho, Zeamays L., com diferentes densidades de semeadura e datas de colheita. *Zootecnia Tropical*. 2005. 23(2):105 – 119 Pág.
20. MUÑOZ G. Evaluación Biológica y Económica del Uso de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en la Producción de Leche 5402-2151-7501. Proyecto de Investigación. Informe Final. Vicerrectoría de Investigación y Extensión. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica Reimpresión (2005), San José Costa Rica, NSBN, 9977-64-907-3. 2008. Pg. 151, 152, 155 Pág.
 21. RIVERA A. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. 2010. (en línea). Trujillo, Venezuela. Consultado 29 julio. 2015. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2801/pdf/rivera_a.pdf.
 22. RODRÍGUEZ M. Análisis comparativo de la rentabilidad del forraje verde hidropónico y el cultivo en terreno firme en el distrito de sama Inclán. 2007. (en línea). Consultado 14 de diciembre 2017. Disponible en: <http://tesishidroponica.blogspot.com/2007/06/blogpost.html>.
 23. RODRÍGUEZ S. Hidroponía: una solución de producción en Chihuahua, México. Boletín informativo de la red Hidroponía n° 9. Lima, Perú. 2000.
 24. Salas L. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoamericana*. 2010. 28 (4):355-360 Pág.
 25. SNEATH R, MCINTOSH F. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. on farm. Meat & Livestock australia Limited. Australia. 2003. 54 Pág.
 26. TAIZ L Y ZERGE E. Fisiología vegetal. 3° edición. edieditorialartemed, Porto alegre Brasil. 2003. 720 Pág.
 27. TARRILLO H. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal 2007. (en línea). Arequipa, Perú. Consultado el 15 jun. 2020. Disponible en: [http:// www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88](http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88)
 28. TORRES M. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico revista Chapingo serie horticultura. Chapingo, México. 2013. 211-223 Pág.

29. VALDIVIA E. Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia internacional de Hidroponía comercial. Lima, Perú. 1997. 59 Pág.
30. VARGAS-RODRÍGUEZ CF. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana. 2008. 19: 233-240 Pág.
31. ZAMBRANO G. Comportamiento agronómico y calidad nutricional de dos especies de leguminosas con el método de cultivo forraje verde hidropónico. Guayaquil – Ecuador. 2015. (en línea). Consultado 16 julio 2017. Extraído de: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8635/1/Zambrano%20G.%20Robinson %20Arturo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8635/1/Zambrano%20G.%20Robinson%20Arturo.pdf).