

EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL FORRAJE VERDE DE MAÍZ (ZEA MAYS) EN SISTEMA HIDROPÓNICO ASOCIADO A LA PISCICULTURA.

Productive Evaluation Of Green Corn Forage (Zea Mays) In A Hydroponic System Associated With Fish Farming.

FIGUEREDO PERALTA, María Belén.

Universidad Autónoma San Sebastián, San Lorenzo, Paraguay.
<https://orcid.org/0009-0006-1328-565X>

FRUTOS ACOSTA, Sixto Antonio.

Universidad Autónoma San Sebastián, San Lorenzo, Paraguay.
<https://orcid.org/0009-0003-4574-7810>

INSAURRALDE SANABRIA, Mario Simón.

Universidad Autónoma San Sebastián, San Lorenzo, Paraguay.
<https://orcid.org/0000-0001-8212-5904>
marioinsaurralde@sansebastian.edu.py

CORRALES MÁRMOL, María Paz.

Universidad Autónoma San Sebastián, San Lorenzo, Paraguay.
<https://orcid.org/0000-0001-7456-5854>
mariacorrales@sansebastian.edu.py

Recibido: 07-septiembre-2023

Aceptado: 25-octubre-2023

Resumen

El objetivo de la siguiente investigación fue determinar el rendimiento y el valor nutricional del forraje verde del maíz (Zea mays) como hidroforraje asociado a la piscicultura con Tilapia (*Oreochromis niloticus*). El estudio fue realizado en la ciudad de San Lorenzo bajo un diseño completamente al azar (DCA), donde los tratamientos evaluados fueron riego con T1: Agua de Tilapia y T2: Agua Potable. Las unidades experimentales consistieron en 5 bandejas de 35 por 45 cm para cada tratamiento, en las cuales se distribuyeron un total de 1,5 kg de semillas por bandejas, respectivamente. Las variables evaluadas fueron: la materia verde por m² (Kg/m²), el porcentaje (%) de proteína bruta (PB) y el valor energético del forraje (Kcal/100g). Los resultados indicaron que el rendimiento de materia verde por m² para el T1 fue de 23,36 kg±1,2 y para el T2 de 14,64 kg±2,7 encontrándose diferencia estadísticamente significativa (p<0,05). En cuanto al porcentaje de proteína bruta, el T1 presentó un valor de 20,08% y el T2 de 30,42%. El valor energético del T1 fue de 208,9 Kcal/100g y 288,59 Kcal/100g para el T2.

Palabras Clave: Forraje verde, hidroponía, Maíz (Zea mays), riego, Agua Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Agua potable.

Abstract

The objective of the following investigation was to determine the yield and nutritional value of the green forage of maize (Zea mays) as a hydroforage associated with fish farming with Tilapia (*Oreochromis niloticus*). The study was carried out in the city of San Lorenzo under a completely randomized design (CRD), where the evaluated treatments were irrigation with T1: Tilapia Water and T2: Potable Water. The experimental units consisted of 5 trays of 35 by 45 cm for each treatment, in which a total of 1.5 kg of seeds were distributed by trays respectively. The variables evaluated were: green matter per m² (Kg/m²), the percentage (%) of crude protein (CP) and the energy value of the forage (Kcal/100g). The results indicated that the yield of green matter per m² for T1 was 23.36 kg±1.2 and 14.64 kg±2.7 for T2, with a statistically significant difference (p<0.05). Regarding the percentage of crude protein, T1 presented a value of 20.08% and T2 of 30.42%. The energy value of T1 was 208.9 Kcal/100g and 288.59 Kcal/100g for T2.

Keywords: Green Forage, hydroponics, Maize (Zea mays), irrigation, Water Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Drinking water.



I. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos climatológicos, tales como sequías prolongadas, granizadas, inundaciones y las excesivas lluvias, han venido incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para la alimentación de los animales. Esta situación expone a las comunidades y las sitúa en un riesgo por lo que es importante una planificación y aplicación de producción de alimentos con enfoques de adaptación basados en ecosistemas aprovechando los servicios que proporcionan y las compensaciones que pueden surgir de ellos (Pintos, 2011).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura, una consideración especial se debe dar al nivel de pequeños y medianos productores ganaderos o de especies menores que demandan alternativas de producción de forraje ante la necesidad de prevenir pérdidas productivas (Gonzales, Ceballos y Benavides, 2015). Frente a esta situación, surge como una alternativa importante, la implementación de un sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH)

La FVH es una metodología de producción de alimento sin suelo, en estructuras simples o complejas basada en la utilización de un espacio mínimo, aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no. (López, Murillo y Rodríguez, 2009) con un bajo consumo de agua logrando máxima producción y calidad del forraje (Beltrano y Giménez, 2015). Su empleo en la producción del ganado doméstico permite sortear las principales dificultades encontradas en las zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje

La piscicultura constituye el cultivo de peces en un cuerpo de agua en forma totalmente controlada por el hombre. Es una opción rentable para diversificar y una alternativa de producción de fácil acceso que nos abre puertas para llevar a cabo actividades productivas integradas (SENACSA, 2013)

La acuaponía es una técnica de producción sustentable que permite combinar la producción de peces (acuicultura) con la producción de

hortalizas o plantas ornamentales en agua, sin uso de la tierra (hidroponía); con bajos costos y altas ganancias. La utilización del efluente acuícola para la producción de plantas es una posibilidad para disminuir la inversión en fertilizantes, pero debe evitarse toxicidad de NH_3 , NH_4^+ y NO_2^- , derivados de la descomposición de alimentos y los residuos fecales de los peces. (Reyes-Flores et al., 2016). El pez más utilizado en la acuaponía es la Tilapia (*Oreochromis spp.*)

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar el rendimiento y valor nutritivo del forraje verde de maíz (*Zea mays*) asociado a la piscicultura como proveedora del sustrato en el agua de regadío y compararlo con los valores logrados con la utilización de agua potable, en un sistema tradicional de hidroponía.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la instalación y el acondicionamiento del invernadero hidropónico. Las unidades experimentales (bandejas) se distribuyeron en una mesada ubicada en el interior de las mismas, 5 por tratamiento; siguiendo un diseño completo al azar, en el año 2022. Los tratamientos consistieron en: Tratamiento 1 (T1): riego con agua proveniente de estanques de producción de tilapia. Tratamiento 2 (T2): riego con agua potable. Para la producción hidropónica del forraje verde de maíz se realizó el pesaje y selección de semillas. Fueron utilizados 1,5 kg de semillas por tratamiento, limpiadas previamente de manera manual. El prelavado, lavado y desinfección se realizó utilizando baldes de 20 litros, donde las semillas fueron colocadas para su remojo. En ese momento fueron eliminadas aquellas que flotaron para pasar al lavado y desinfección con solución de hipoclorito de sodio al 1% (10 ml de solución de cloro comercial en un litro de agua). Posteriormente se dejó reposar por un lapso de 30 segundos a dos minutos para luego volver a enjuagar. Al finalizar el lavado se procedió a un enjuague riguroso de las semillas con abundante agua limpia. Una vez desinfectadas y lavadas las semillas, éstas se sumergieron en agua limpia durante 24 horas, dividido en dos periodos de 12 horas cada uno, considerando una hora de oreo entre los dos periodos mencionados. Luego de culminada la segunda etapa de remojo, las semillas fueron



colocadas en una superficie durante 24 horas antes de trasplantar. Para la siembra definitiva se distribuyó una delgada capa de semillas pregerminadas, la cual no sobrepasó los 1,5 cm de altura. Luego de la siembra se colocó por encima de las semillas una capa de hojas de papel húmedo. Posteriormente se tapó con un plástico negro teniendo en cuenta que las semillas debían estar en semi-oscuridad durante el tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Una vez detectada la brotación completa de las semillas se retiró el plástico negro y las hojas de papel. En cuanto al riego durante el proceso de producción, se diseñó un sistema de suministro de agua que permitió riegos a una frecuencia de tres horas y con una duración de 30 segundos. Se suministraron además luz, temperatura y cuidados sanitarios adecuados. La cosecha se realizó una vez que las plántulas alcanzaron una altura de 25 cm, los cuales ocurrieron entre los 9-15 días posteriores a la siembra. Para la determinación de la materia verde (MV) se utilizó el peso del forraje en kilogramo de cada bandeja y la proyección por m². Los resultados fueron analizados por medio de t-student con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ utilizando el paquete estadístico Infostat versión estudiantil (2018). Para el valor nutricional del forraje (Proteína Bruta y Energía) se realizó muestreo representativo al momento de la cosecha que fue enviada al instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN). Los resultados están representados en gráficos elaborados para el efecto.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla N° 1. Promedio de Rendimiento de Materia Verde (M.V) de Forraje Verde (F.V) expresada en kilogramos por m² (Kg /m²) en tratamiento riego con Agua de Tilapia (T1) y riego con Agua Potable (T2), desvío estándar (D.E.), Coeficiente de variación (C.V.), significancia estadística.

El valor de rendimiento promedio de materia verde (M.V) fue de 23,36 (Kg/m²) con un desvío estándar (D.E) de $\pm 1,21$ kg y un coeficiente de variación (C.V) de 5,18% para el T1. Para el T2, el valor promedio de M.V. fue de 14 (kg/m²), el D.E de $\pm 2,78$ Kg y el C.V. de 19%. Estos resultados presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Al comparar estos

resultados con Herrera y Núñez (2007) se observaron valores ligeramente similares en relación a la materia verde del tratamiento agua potable (13,6 kg/m²) y valores superiores en el tratamiento al agua orgánica (14,04 kg/m²).

La figura 1 muestra la concentración de proteína bruta (PB) expresada en porcentaje (%) del forraje verde hidropónico de maíz según los tratamientos.

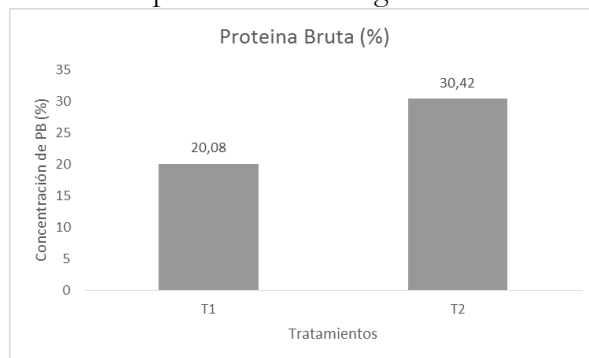


Figura 1. Porcentaje de proteína Bruta en Forraje verde de maíz (Zea mays)

Tratamiento	Promedio de Rendimiento M.V. FV kg/m ²	D.E	C.V	p valor
T1. Agua de Tilapia	23.36	1.21	5.18	0.0002
T2. Agua Potable	14.64	2.78	19.0	

Según los resultados, el porcentaje de proteína bruta del forraje verde de maíz fue de 20,08% para el T1 y 30,42% para el T2. Al respecto, estos valores presentan una diferencia a favor del T2 (agua potable), esta diferencia podría deberse al lento crecimiento que este tratamiento presentó haciendo que se concentre el contenido de proteína. Rodríguez (2003) reporta que los valores a los cuales cada cultivo y variedad tienen óptima producción, están marcados por la relación de altura-proteína. Bohnert, citado por el mismo autor; menciona que un forraje de proteína mayor al 6% ya es un forraje de buena calidad para el consumo animal.

Los valores encontrados en este trabajo para ambos tratamientos son superiores a lo observado por Vargas Rodríguez (2007) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz con fertirrigación (9,61%). El valor del T1 se encuentran en el rango del parámetro establecido



como normal según Albert et al (2016) para el forraje verde hidropónico de maíz (12-25%) y sobrepasan tal parámetro para el T2.

La figura 2 muestra el valor energético del forraje verde de maíz obtenido en el T1 y T2.

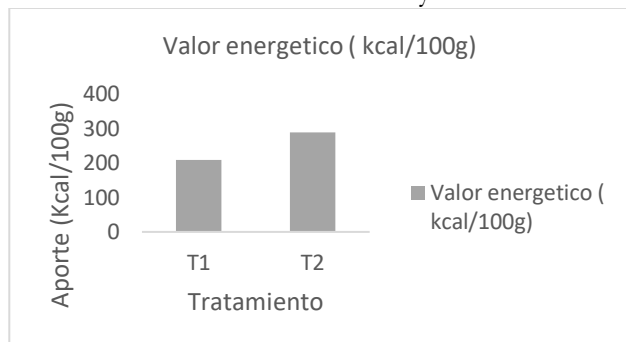


Figura 2. Valor energético (Kcal/100g) en forraje verde de maíz (*Zea mays*)

En cuanto al valor energético se observó un valor de 208,9 (Kcal/100g) para el T1 y un valor de 288,59 (Kcal/100g) para el T2.

IV. CONCLUSIONES

La producción de Forraje verde de maíz en sistema hidropónico con riego proveniente de la producción de Tilapias proporciona un mayor volumen de biomasa a diferencia del realizado con agua potable. Sin embargo, los valores de proteína bruta y energía presentaron un comportamiento inverso, es decir; se observaron valores mayores cuando el riego se realizó con agua potable.

REFERENCIAS

Albert, G; Alonso, N; Cabrera, A; Rojas L; Rosthoj, S (2016). *Evaluación Productiva del forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo*. (En línea). Consultado el 2 de marzo de 2021.

Beltrano, J; Gimenez, L. (2015). *Cultivo en hidroponía*. 1a edición. Edulp. Argentina. 181p.

Gonzalez, M; Ceballos, M; Benavides, B. (2015). *Producción de forraje verde hidropónico de maíz Zea mays L. en invernadero con diferentes niveles de silicio*. Revista de ciencias agrícolas: artículo de investigación Volumen 32(1). Colombia.9p.

Herrera, E; Núñez, W (2007). *Producción y uso de forraje verde hidropónico de cebada, maíz amarillo y asociado en el engorde de cuyes*. Tesis presentada para la obtención del título de ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Centro de Perú. Facultad de Zootecnia. Perú. 135p.

López, R; Murillo, A; Rodríguez, Q, (2009) *El forraje verde hidropónico (FVH); una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas*. Interciencia. p121-126.

Pintos, M. (2011). *Medios de vida y Cambio Climático*. Bolivia. LIDEMA.52p.

Reyes-Flores, M., Sandoval-Villa, M., Rodríguez-Mendoza, N., Trejo-Téllez, L. I., Sánchez-Escudero, J., & Reta-Mendiola, J. (2016). *Concentración de nutrientes en efluente acuapónico para producción de Solanum lycopersicum L.*

Rodríguez, A. 2001. *Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral*. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Peru. 56-58p

Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (2013). *Manual de producción piscícola*. SENACSA. Py 16p

Vargas Rodríguez, C. F. (2007). *Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero*. *Agronomía Mesoamericana*, 19(2), 233.