



# Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia Murillo del Departamento de La Paz

**Evaluation of the production of hydroponic green forage (*Zea mays L.*), with four types of organic fertilizers under temperate conditions in the Murillo Province of the Department of La Paz**

*Johnny Ticona Aliaga y Adriana Tito Mamani*

**RESUMEN:**

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado, los abonos orgánicos utilizados fueron: Bokashi, Biol, Humus líquido y Jiracha. Se utilizó el maíz amarillo de la variedad CHIRIGUANO 36, la semilla fue desinfectada y puesta en remojo para su imbibición, para luego su siembra en las bandejas de 0.12 m<sup>2</sup> con una densidad de 3,4 kg/m<sup>2</sup>, el riego se realizó 3 veces al día, la aplicación de los abonos orgánicos se la realizó 2 veces, la cosecha se la realizó a los 20 días. Se ha desarrollado bajo un DCA, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Las variables a medir fueron: Porcentaje de germinación (%), altura de planta (cm), longitud de raíz (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), rendimiento de FVH de maíz (kg/m<sup>2</sup>), rendimiento de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) y porcentaje de materia seca (%). En la evaluación de la variable altura de planta de FVH se observó una diferencia altamente significativa entre los abonos orgánicos, donde el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol) presentó una mayor altura de planta con un promedio de 25,74 cm. En cuanto a la longitud de raíz se observó una diferencia altamente significativa entre abonos orgánicos, donde el T<sub>4</sub> (abono orgánico de Jiracha) presentó una mayor longitud de raíz con un promedio de 27,28 cm. En el caso del área foliar se observó una diferencia altamente significativa entre abonos orgánicos, donde el T<sub>3</sub> (abono orgánico de Humus líquido) y el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol) presentaron una mayor longitud de raíz con un promedio de 16,50 cm<sup>2</sup>. En la evaluación de la variable rendimiento de FVH se observó una diferencia altamente significativa entre los abonos orgánicos, donde el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol), presentó un mayor rendimiento de FVH de maíz con un promedio de 26,12 kg/m<sup>2</sup>.

**PALABRAS CLAVES:**

Forraje Verde Hidropónico, abonos orgánicos, biomasa.

**ABSTRACT:**

The present research was carried out with the objective of evaluating the production of corn green forage (*Zea mays L.*), with four types of organic fertilizers under a temperate environment, organic fertilizers used were: Bokashi, Biol, Liquid Humus and Jiracha. The yellow maize of the variety CHIRIGUANO 36 was used, the seed was disinfected and soaked for imbibition, then its seed in the trays of 0.12 m<sup>2</sup> with a density of 3.4 kg / m<sup>2</sup> irrigation was performed 3 times. To day, the application of organic fertilizers was done 2 times, the harvest was done at 20 days. The research work was developed under a DCA, with five treatments and four replicates, totaling 20 experimental units. The variables to be measured were; Percentage of germination (%), plant height (cm), root length (cm), leaf area (cm<sup>2</sup>), yield of maize FVH (kg / m<sup>2</sup>), dry matter yield dry material (%). In the evaluation of the FVH plant height variable, a highly significant difference was observed between organic fertilizers, where T2 (organic fertilizer of Biol) presented a higher plant height with an average of 25.74 cm. As for root length, a highly significant difference was observed between organic fertilizers, where T4 (organic fertilizer from Jiracha) had a longer root length with an average of 27.28 cm. In the case of the leaf area, a highly significant difference was observed between organic fertilizers, where T3 (organic fertilizer of liquid Humus) and T2 (organic fertilizer of Biol) had a longer root length with an average of 16.50 cm<sup>2</sup>. In the evaluation of the FVH variable, a highly significant difference was observed between organic fertilizers, where T2 (organic fertilizer from Biol) showed a higher yield of maize FVH with an average of 26.12 kg / m<sup>2</sup>.

**KEY WORDS:**

Green Hydroponic Forage, organic fertilizers, biomass.

**AUTORES:**

**Johnny Ticona Aliaga:** Docente Investigador Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. [johnnyticon@gmail.com](mailto:johnnyticon@gmail.com)

**Adriana Tito Mamani:** Investigador Estación Experimental de Sapecho.

**Recibido: 31/03/17. Aprobado: 28/05/17.**

**DOI:** <https://doi.org/10.53287/kjdv4512gv35m>

## INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es un “ pienso” o forraje vivo que se utiliza para alimentar animales de granja.

La técnica de cultivo, se basa en la producción sobre sustratos que no sean tierra y se hace preferiblemente en invernaderos que permiten su producción incluso en épocas de sequía u otras condiciones climáticas adversas.

Gómez, Sosa y Farías (2012), mencionan que los abonos orgánicos son desechos sólidos, líquidos y semilíquidos que procesados y aplicados al suelo mejoran sus condiciones físicas, químicas y biológicas.

Dada la importancia del FVH en la producción animal doméstica, se requiere analizar el rendimiento del forraje verde y seco hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), con cuatro tipos de abonos orgánicos: bokashi, biol, humus líquido y jiracha. Con la finalidad de obtener buenos rendimientos en la producción de materia seca y verde.

#### *Hidroponía*

Malca, GO. (2005), menciona que la hidroponía (hidros = agua y ponos = trabajo o actividad) es traducido literalmente como trabajo del agua y es una técnica de producción de cultivos sin suelo. Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones nutritivas, adecuadamente preparadas; y sus alimentos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis.

#### *Forraje Verde Hidropónico*

Carballido (2005), indica que el forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 20 días) captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva.

#### *El Maíz (*Zea mays L.*)*

Martínez, E. (2001), indica que el maíz es importante por el volumen de FVH que produce, aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25°C y 28°C.

#### *Abono orgánico*

García (1959), señala que el abono es toda sustancia de origen orgánico o animal, que incorpora al suelo, enriquece para el perfecto desarrollo de los vegetales. Los elementos principales son el nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, azufre y magnesio

La calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación (Megia, 2001).

#### *El Biol*

Álvarez (2010), menciona que es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales, contiene nutrientes de valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas.

#### *La Jiracha*

conocida también como jiriguano, jiri o jamallachi, la jiracha es la mezcla de estiércol de ovino descompuesto por transformación anaeróbica en el corral durante aproximadamente 12 meses (jira), y agua (Tapia, 2002).

Rafael (2008), menciona que la jiracha puede considerarse como un abono concentrado, pudiendo ser utilizado como fertilizante base o como complemento de fertilización.

#### *Bokashi*

El bokashi es un abono orgánico de origen japonés que se produce en un tiempo más corto que el compost (Leblanc, H. 2007).

La elaboración del abono tipo bokashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición (Suquilandia, 2006).

### *Humus líquido*

Es el extracto producto de los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el humus sólido. Este líquido tiene una gran concentración de nitrógeno y muchos microelementos (Octavio, 2006).

El humus de lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus de lombriz (solido), entre los más importante como son: los ácidos húmicos, fúlvicos, úlmicos, entre otros (Octavio, 2006).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la investigación se utilizó 8,16 kg de semilla de maíz amarillo (variedad CHIRIGUANO 36)

Se utilizó cuatro abonos orgánicos: biol, jiracha, bokashi y humus líquido (lixiviado de lombriz Biozime), aplicados a partir del séptimo día de la siguiente manera:

- 20 ml de Jiracha diluida en 2 litros de agua.
- 50 ml de Bokashi diluida en 2 litros de agua.
- 50 ml de Biol diluida en 2 litros de agua.
- 2 ml de Humus líquido diluida en 2 litros de agua.

Se aplicó a partir del día 7 al día 16, 2 veces/día a horas (09:00, 12:00) en 2 litros de agua por  $m^2$  con abono diluido, se inició con 0,24 litros por bandeja incrementando hasta llegar a 0,72 litros por bandeja/día. Posteriormente hasta el día 20 sólo se regó con agua.

Entre los días 20 y 21, se realiza la cosecha del Forraje Verde Hidropónico de maíz, cuando la parte aérea de nuestro forraje alcanza los 22 a 25 cm de altura mismos que se midió y peso.

Como resultado se obtuvo un gran tapete radicular, ya que las raíces se encuentran unas con otras por la alta densidad de siembra.

Una vez cosechada el FVH de maíz se sacó la materia seca de cada tratamiento. Para ello se pesó 300 g de forraje fresco de cada bandeja, se las coloco en sobre

manillas y se llevó a las muflas a una temperatura 105°C durante 48 horas.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos incluido el testigo y cuatro repeticiones, totalizando así 20 unidades experimentales.

$T_1$  = Abono orgánico de Bokashi

$T_2$  = Abono orgánico de Biol

$T_3$  = Abono orgánico de Humus líquido (Biozime)

$T_4$  = Abono orgánico de Jiracha

$T_0$  = Sin abono orgánico (Testigo)

Las Variables de respuesta del estudio fueron: Porcentaje de germinación (%), Altura de la planta (cm), Longitud de la raíz (cm), Rendimiento de FVH ( $kg/m^2$ ), Rendimiento de materia seca ( $kg/m^2$ ),

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con una ( $p < 0,05$ ), se llegó a determinar que los abonos orgánicos de: Biol, Humus líquido, Jiracha y Bokashi que tienen los promedios de altura de planta más altos (con promedios de 25,74 cm; 25,63 cm; 25,11cm y 24,29 cm respectivamente).

Se observa que en términos numéricos la mayor altura de planta alcanzada fue cuando se aplicó el abono orgánico de Biol con 50 ml/2 l de  $H_2O$  por  $1 m^2$ , seguido por el Humus líquido con una aplicación de 2 ml/2 l de  $H_2O$  por  $1 m^2$ , Jiracha con una aplicación de 20 ml/2 l  $H_2O$  por  $1 m^2$ , Bokashi con 50 ml/2 l de  $H_2O$  por  $1 m^2$  de altura de la planta en cm y por último se tiene al testigo con una aplicación de 2l  $H_2O/m^2$  se obtuvo una menor altura de planta con un promedio de 22,26 cm.

Estos resultados se deben a una buena aplicación de los abonos orgánicos ya que son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, aminoácidos y ácidos (especialmente húmicos y fúlvicos). También son fertilizantes foliares que contienen principios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas) (Octavio, 2006).

Finalmente se aprecia el grafico de promedios donde se observa las diferencias de altura de planta de forraje verde hidropónico.



Figura 1. Promedios de altura de planta de cada abono orgánico y testigo.

La longitud de la raíz, fue medida en centímetros, desde la parte vegetativa del cuello de la planta hasta la finalización de la raíz en 20 días.

A un ( $p < 0,05$ ), se llegó a determinar que la Jiracha, Humus líquido y Biol, que tienen los promedios de

longitud de raíz más altos (con promedios de 27,28 cm; 26,81 cm y 25,46 cm respectivamente); el Bokashi alcanzó 24,39 cm y el testigo 16,76 cm.

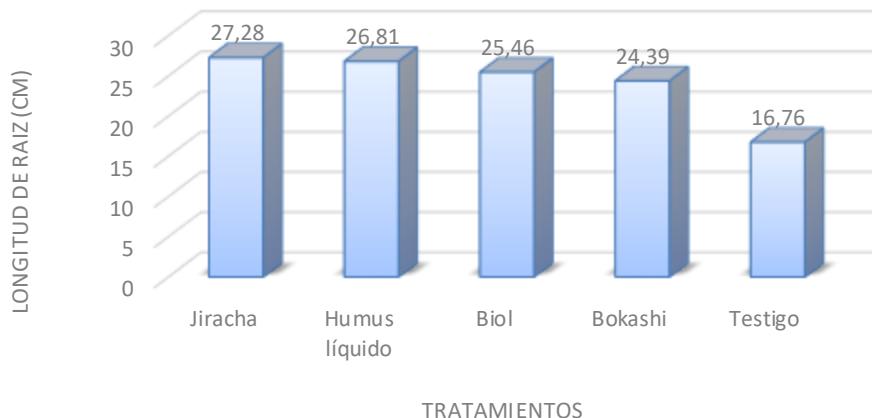


Figura 2. Promedios de la longitud de raíz de cada abono orgánico y testigo.

El área foliar a un ( $p < 0,05$ ), se llegó a determinar que el Humus líquido, Biol, Bokashi y Jiracha que tienen los promedios de área foliar más altos (con promedios de 16,50  $\text{cm}^2$ ; 16,50  $\text{cm}^2$ ; 16,01  $\text{cm}^2$  y 15,76  $\text{cm}^2$  respectivamente). El testigo obtuvo 14,77  $\text{cm}^2$ .

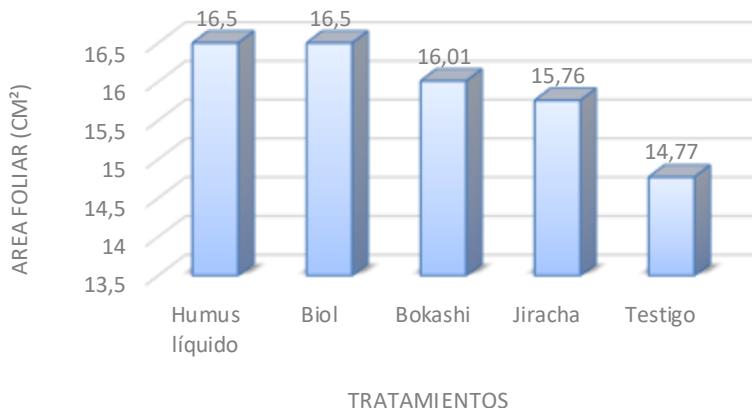


Figura 3. Promedios de área foliar de cada abono orgánico y testigo.

El Rendimiento del Forraje Verde Hidropónico con un ( $p < 0,05$ ), alcanzaron los abonos Biol, Bokashi, Jiracha y Humus líquido promedios de  $26,12 \text{ kg/m}^2$ ;  $25,73 \text{ kg/m}^2$ ;  $25,39 \text{ kg/m}^2$  y  $25,35 \text{ kg/m}^2$  respectivamente, el testigo sólo  $21,68 \text{ kg/m}^2$ .



Figura 4. Promedios de rendimiento de forraje verde hidropónico de cada abono orgánico y testigo.

El Rendimiento de la materia seca no presentó diferencias significativas para los abonos orgánicos de Bokashi, Biol, Humus líquido, Jiracha y testigo, por lo que no hay efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de materia seca. En general el promedio de rendimiento de materia seca para todos los tratamientos fue de 3,28 kg/m<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

En la altura de planta de FVH se observó una diferencia altamente significativa entre los abonos orgánicos, donde el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol) presentó una mayor altura de planta con un promedio de 25,74 cm. En cuanto a la longitud de raíz se observó una diferencia altamente significativa entre abonos orgánicos, donde el T<sub>4</sub> (abono orgánico de Jiracha) presentó una mayor longitud de raíz con un promedio de 27,28 cm. En el caso del área foliar se observó una diferencia altamente significativa entre abonos orgánicos, donde el T<sub>3</sub> (abono orgánico de Humus líquido) y el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol) presentaron una mayor longitud de raíz con un promedio de 16,50 cm<sup>2</sup>. En la evaluación de la variable rendimiento de FVH se observó una diferencia altamente significativa entre los abonos orgánicos, donde el T<sub>2</sub> (abono orgánico de Biol), presentó un mayor rendimiento de FVH de maíz con un promedio de 26,12 kg/m<sup>2</sup>

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

- Álvarez, F. (2010). *Preparación y uso de Biol.* 1 ed. Soluciones prácticas. Lima, Perú. 30 p.
- Carballido, C. (2005). *Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios: Forraje verde hidropónico* (en línea). Chile. Consultado en 10 jun. 2012. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl7aticulos/88>.
- García, J. (1959). *Edafología Fertilización Agrícola.* Ed. Aedos. Barcelona – España. 105 – 110 pp.
- Leblanc, H. A.; Cerrato, M. E.; Miranda, A.; Valle, G. (2007). *Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos.* Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad 3 (1). 97 – 107 pp.
- Malca, GO. (2005). *Seminario de agronegocios, lechugas hidropónicas* (en línea). Lima, Perú, Universidad del Pacífico. 96p. Consultado 17 de marzo. 2012. Disponible en [www.upbusiness.net](http://www.upbusiness.net)
- Martínez, E. (2001). *Comunicación personal.* Manual Técnico FVH. Primera edición. St. Maldonado, Uruguay. se. 76 p.
- Megia, Mario, (2001). *Agricultura Ecológica,* Segunda edición, Terranova Editores, Ltda. Panamericana Formas Impresos Bogotá – Colombia. 221 – 223 pp.
- Octavio, (2006). *Manual de lombricultura,* Página web en línea disponible en: [Http: //www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/12264.html]. Fecha de Consulta: Junio 2006
- Rafael, (2012). *Conocimiento local de agricultores del Municipio Sica Sica del Departamento de La Paz sobre el manejo ecológico del cultivo de papa.* Tesis, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. 21 - 58 pp.
- Suquilanda, (2006). *Agricultura orgánica. Alternativa Tecnológica del futuro.* Tercera edición. ABYA – Yala. Quito, Ecuador. 654 p.
- Tapia, N. (2002). *Agroecología y Agricultura campesina Sostenible en los Andes bolivianos.* AGRUCO. Plural Editores. Cochabamba, Bolivia. 373 p.