

COMPARACIÓN DE SOLUCIONES A BASE DE TÉ DE CÁSCARA DE HUEVO Y PAPA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA CIUDAD DE EL ALTO

(Artículo de investigación)

Elly Maribel Chambi Guarachi¹, Evelin Carmen Flores Mamani², Marcela Daniela Mollericona Alfaro³

Resumen

El propósito de esta investigación fue realizar un estudio del efecto de dos soluciones en diferentes concentraciones de té de cáscara de huevo y papa en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.), el forraje verde hidropónico (FVH) de maíz es una metodología de producción de alimento para el ganado que nos permite resolver las limitantes naturales encontradas en zonas áridas para el cultivo convencional de forrajes, el realizar forraje verde hidropónico de maíz nos permite el ahorro de agua, alto rendimiento, bajo impacto ambiental y fundamentalmente un complemento alimentario excelente para el ganado. Este estudio es de alcance experimental, cuantitativo, el estudio se desarrolló en la ciudad de El Alto, Provincia Murillo, departamento de La Paz, en la zona Bolívar Municipal, a 3640 m s.n.m. El factor de estudio fue el tipo de soluciones a base de té de cáscara de huevo y papa, los siguientes tratamientos fueron: solución de té cáscara de huevo y papa (25 y 25 %), té de cáscara de huevo (50 %) y un testigo (solamente agua). Para este estudio se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos, son tres tratamientos obteniendo un total de 12 unidades experimentales. Fueron evaluadas las siguientes variables: altura (A) de planta a la cosecha, materia verde (MV) y materia seca (MS). Se obtuvo un porcentaje de germinación del 78 %, con respecto al crecimiento de planta en la cosecha se logró un promedio de 13.77 cm, no hubo diferencias significativas tanto en la MS y MV en el forraje verde hidropónico. Al finalizar el estudio se concluyó que la solución de té combinada con cáscara de papa y huevo no es una opción como fertilizante, debido a que no tiene un efecto significativo en la producción de forraje verde hidropónico de maíz.

Palabras clave: forraje verde hidropónico, *Zea mays* L, abono orgánico.

INTRODUCCIÓN

En Bolivia el abastecimiento de alimentos durante la época de sequía es un gran inconveniente, por ello se emplean métodos de producción de forraje verde hidropónico (FVH), un forraje de alta calidad, además, no requiere una tecnología de producción compleja, solo se requieren de 10 a 15 días para producir hasta 4 kg de alimentos frescos sembrando 1 kg de semilla, sin gastar una gran cantidad de dinero, alimento que se puede producir en cualquier época del año, por el consumo mínimo de agua; la alimentación para animales domésticos, principalmente en periodos donde la producción de forrajes es insuficiente (ONU, 2011).

Bolivia es uno de los principales productores de maíz a nivel Latinoamérica, este se destina en gran cantidad al autoconsumo y para la venta; se caracteriza por ser planta herbácea, de 2 a 3 metros de alto, anual (vive medio año); raíz fibrosa; tallo blando, cilíndrico, hojas envainadoras, las semillas son los mismos granos que tienen forma aplastada y angulosa de 1 a 2 centímetros de largo y que, según

1 Estudiante, octavo semestre. Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0001-7087-4633. ellymaribelchambiguarachi@gmail.com

2 Estudiante, octavo semestre. Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: 0000-0002-2074-0319. floresmamanievelincarmen@gmail.com

3 Docente, Programa Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

las variedades, pesan hasta un gramo; existen muchísimas clases de maíz: “willkaparu”, “uchukilla”, “chuspillo”, “periquillo”, entre otros. En forraje: Especialmente las hojas y los tallos verdes denominados “chala” (Castro, 2014).

En Bolivia el maíz constituye el segundo cultivo más importante desde el punto de vista de seguridad alimentaria, después de la papa; es un cultivo tradicional cuya producción es utilizada principalmente como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados y como componente esencial de la dieta de sus habitantes; forma parte de todos los sistemas de producción agrícola, cultivándose en diferentes latitudes y altitudes, desde las regiones del Chaco, valles interandinos, subtropical y la llanura oriental (INIAF, 2015).

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 y 28 °C (Martínez, 2001). Por otra parte, Romero (2006) menciona que por su alto valor alimenticio de carbohidratos, proteína y grasa el maíz se sitúa como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados.

INIAF (2015) determina que el maíz forrajero es la gramínea más importante para la lechería de zonas templadas, principalmente por su aprovechamiento vía ensilaje, para ello el mejor momento de corte es cuando el grano está en estado de masa y señala que debe sembrarse en terrenos bien preparados, mullidos y nivelados; se siembra en surcos separados a un promedio de 0.70 m con una densidad de 30 kg/ha para llegar a poblaciones cercanas a las 65000 plantas/ha.

El objetivo de la investigación fue comparar soluciones a base de té de cáscara de huevo y papa en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en la ciudad de El Alto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de El Alto, en la zona Bolívar Municipal, en el departamento de La Paz, entre coordenadas 16° 32' 13" S y 68° 11' 16" W.

Metodología

Material biológico

Semillas de maíz amarilla de la variedad criolla. Adquirido en la ciudad de El Alto, seis cáscaras de huevos criollos con 1 litro de agua para la infusión del té; seis papas, para extraer las cáscaras y hervirlo en 1 litro de agua para la infusión del té.

Herramientas para el desarrollo del experimento

Platos de plástico desechables (12 unidades), bañadores (2 unidades), baldes (2 unidades), flexómetro o regla, nylon negro, cajas, atomizador para el riego, guantes, indumentaria personal, periódico, pinzas, desinfectante (Hipoclorito de sodio al 1 %), una balanza, dos botellas desechables de dos litros para las soluciones.

Selección de la semilla

Las semillas fueron sometidas a una prueba de germinación para observar que semillas son aptas para el FVH, las semillas se sometieron a una cuidadosa selección con el fin de eliminar toda impureza como basura, polvo, semillas dañadas, etc.

Pesado, lavado y desinfección de la semilla

Después de eliminar toda impureza haber seleccionado la semilla, se procedió a pesar, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2001) recomienda: 3.4 kg/m², se usaron 12 recipientes de plástico, se utilizó 2.5 kg de semilla de maíz amarillo. Luego se procedió a lavar las semillas hasta eliminar toda impureza o semillas flotantes, luego se procede a lavar con hipoclorito de sodio al 1 % por cada 1 ml de agua, esto con el fin de eliminar bacterias y hongos que puedan dañar al FVH, se sumergió durante unos minutos y luego se procedió a enjuagarlos bien hasta que no quede rastros de hipoclorito de sodio.



Figura 1. Lavado y desinfección de la semilla.

Remojo y pre germinación de la semilla

Se dejó 12 horas en el agua, luego una hora de oreo, nuevamente 12 horas de remojo, luego un segundo oreo de 1 hora, esto con el fin de estimular una rápida germinación.



Figura 2. Remojo y pre germinación de la semilla.

Preparación de las soluciones de té

Para la solución de té de cáscara de huevo, se utilizó seis cáscaras de huevo criollo, donde se procedió a moler las cáscaras hasta que tenga una consistencia de polvo. Se puso en una olla 1 litro de agua hasta que empezó su primer hervor se introdujo las cáscaras molidas y se dejó hervir durante cinco minutos. Posteriormente se dejó reposar una noche. Al día siguiente se cernió hasta tener una solución pura.

Para la solución de cáscara de papa, se tomó seis papas, se pelo para obtener la cáscara se lo introdujo en una olla y se dejó hervir unos 15 minutos, se esperó unas 4 horas aproximadamente y se cernió en un envase para obtener una solución pura para poder utilizarla.

Siembra

Luego de realizar todos los pasos necesarios, se procedió a sembrar en las bandejas tomando en cuenta la densidad de siembra, se colocó una capa de semillas en cada bandeja donde no sobrepasaba los 1.5 cm, luego se procedió a cubrir con periódico húmedo para proporcionar a las semillas una humedad adecuada. Luego se llevó al área de germinación o área oscura durante siete días, en donde se le proporcionó riegos constantes tres veces al día, para mantener la humedad adecuada, el área oscura servirá para que el FVH sienta que está debajo de la tierra y así formar sus primeras raíces.



Figura 3. Siembra de las semillas.

Área de trasplante y germinación

Transcurrido los siete días se llevó a un área más ventilada en donde percibieron los primeros rayos solares, el FVH comenzó a tornarse color verde a comparación del principio que presentaron una coloración amarillenta. Se iniciaron los riegos con solución de té de cáscara de huevo, con solución de té de cáscara de papa y agua. Los riegos se hicieron en la mañana, al mediodía y en la tarde, el último riego era con agua. Así se realizó el riego durante nueve días, ya luego los últimos tres días solo se realizó el riego con agua, en donde alcanzó su mayor altura.



Figura 4. Germinación de las semillas.

Cosecha

Después de haber concluido con los riegos, se procedió a realizar la cosecha del FVH de maíz, donde se observó un crecimiento de las plántulas, un tapete radicular, etc.

Diseño experimental

El diseño que se utilizó para dicha investigación es el diseño completamente al azar (DCA), con unidades homogéneas, donde los tratamientos se asignaron de manera totalmente aleatoria, contando con cuatro repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Factores de estudio y tratamiento

Los factores a estudiar son los abonos orgánicos. Dentro la investigación se tiene un total de tres tratamientos, incluyendo el testigo, con cuatro repeticiones. T0 (Testigo): solo agua; T1: té de cáscara de huevo (25 %) y papa (25 %) y T2: té de cáscara de huevo (50 %)

Modelo estadístico

La información se procesó mediante el análisis de varianza (ANVA) y cuando se evidenció la diferencia significativa (5 % de probabilidad), se realizó la prueba de comparación de medias usando el método Duncan. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico InfoStat.

Modelo lineal aditivo:

$$Y_i = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde: Y_i = una observación cualquiera; μ = media general; T_i = efecto fijo del i -ésimo nivel de la solución nutritiva de té de cáscara de huevo y papa; ϵ_{ij} = error experimental (Martínez, 1988).

RESULTADOS

Altura de la planta

Los resultados expuestos en la Tabla 1, en la variable altura de plántula de forraje verde hidropónico de maíz, fue no significativo ($p > 0.05$), no hay diferencias entre los niveles de tratamiento con las diferentes soluciones con té de cascara de huevo con papa, té de cáscara de huevo y el tratamiento testigo.

Tabla 1. Análisis de varianza para la Altura de Planta (cm) de FVH en 18 días, con diferentes soluciones de té orgánico.

FV	SC	GL	CM	Fcal	P>F	Significancia
Tratamiento	1.31	2	0.65	0.59	0.5724	ns
Error	9.90	9	1.0			
Total	11.21	11				
CV	7.62		Media (cm)	13.77		

Como se observa en la Figura 5, el tratamiento con 50 % de té de cascara de huevo y el tratamiento testigo, obtuvieron el mayor promedio con 14 cm cada uno. La cáscara de huevo tiene múltiples usos en la tierra. Está compuesta en un 98 % de carbonato de calcio, que es un nutriente mineral muy importante que interviene en el desarrollo celular de las plantas (Marsh, 2020).

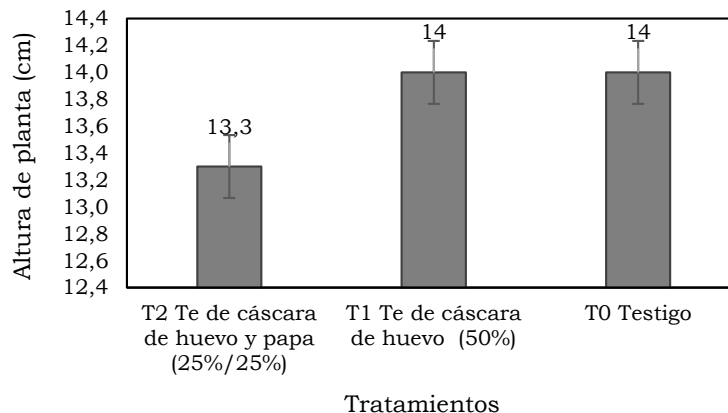


Figura 5. Prueba Duncan para la altura de planta de FVH (cm) en 18 días, con diferentes soluciones de té orgánico.

Materia verde

Los resultados expuestos en la Tabla 2, empleando la prueba Duncan para el análisis de varianza en la variable del rendimiento de materia verde (MV) de forraje verde hidropónico de maíz, fue no significativo ($p>0.05$), no hay diferencias entre los niveles de tratamiento con las diferentes soluciones con té de cascara de huevo con papa, te de cáscara de huevo y el tratamiento testigo.

Tabla 2. Análisis de varianza para la materia verde (g) de FVH en 18 días, con diferentes soluciones de té orgánico.

FV	SC	GL	CM	Fcal	P>F	Significancia
Tratamiento	138.17	2	69.08	1.29	0.3213	ns
Error	481.50	9	53.50			
Total	619.67	11				
CV	7.80		Media	93.83		

Como se observa en la Figura 6, el tratamiento con 50 % de té de cáscara de huevo, obtuvo el mayor promedio con 98.25 g. El té de cáscara de huevo ayuda a incrementar la producción de clorofila y a ayudan a que las plantas usen mejor el fósforo y el nitrógeno que tienen disponible en el suelo (Marsh, 2020).

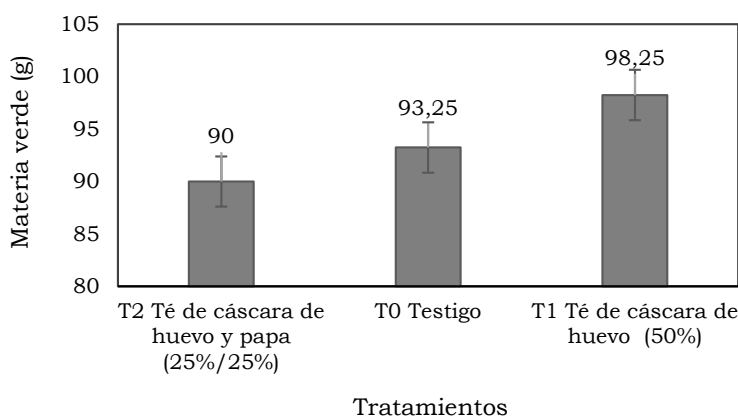


Figura 6. Prueba Duncan para la materia verde (g) de FVH en 18 días, con diferentes soluciones de té (5 %)

Materia seca

Los resultados expuestos en la Tabla 3, empleando la prueba Duncan para el análisis de varianza en la variable del rendimiento de materia seca de forraje verde hidropónico de maíz, fue no significativo ($p>0.05$) como los anteriores resultados, no hay diferencias entre los niveles de tratamiento con las diferentes soluciones con té de cáscara de huevo con papa, te de cáscara de huevo y el tratamiento testigo.

Tabla 3. Análisis de varianza para la materia seca (g) de FVH en 18 días, con diferentes soluciones de té orgánico.

FV	SC	GL	CM	Fcal	P>F	Significancia
Tratamiento	0.67	2	0.33	0.33	0.725	ns
Error	9.00	9	1.00			
Total	9.67	11				
CV	19.35		Media	5.17		

Como se observa en la Figura 7, el tratamiento con 50 % de té de cáscara de huevo obtuvo el mayor promedio con 5.5 g.

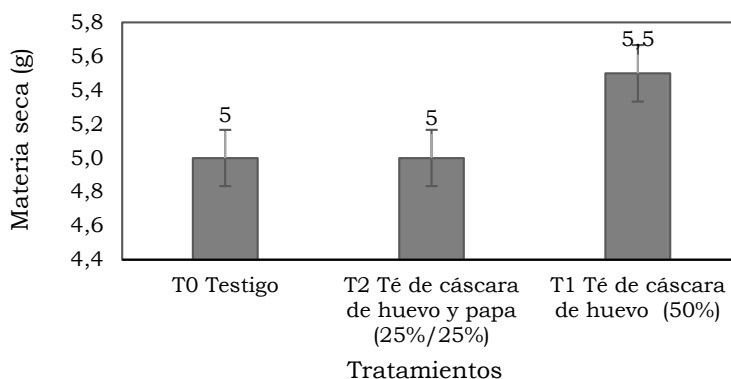


Figura 7. Prueba Duncan para la Materia Seca (g) de FVH en 18 días, con diferentes soluciones de Té orgánico.

Las diferencias no significativas entre los tratamientos, según Lynn (2013) el agua ayuda a la división celular y la expansión de las células que son las dos formas en que crecen las plantas; las células crecen tomando agua. La división celular crea células adicionales, mientras que la expansión de células crea un aumento en el tamaño de cada célula, si el agua está limitada durante los períodos de crecimiento de una planta, el tamaño final de las células disminuirá, lo que conduce a menos hojas y de menor tamaño, frutas más pequeñas, tallos más cortos y gruesos y un sistema radicular más pequeño; la falta de agua reduce el crecimiento de nuevos brotes y hojas, lo que significa menos azúcar disponible para el crecimiento del fruto, el crecimiento del sistema radicular se hace más lento y se podría necesitar mayor riego para mantener las raíces húmedas.

Respecto a la infusión de té de cáscara de huevo según Marsh (2020), los nutrientes básicos (también llamados macro nutrientes) que una planta necesita obtener de la tierra para crecer son Azufre (S), Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Nitrógeno (N) y Potasio (K), y la infusión de cascara de huevo proporciona Calcio (Ca), en forma de Carbonato de Calcio (CaCO_3) que absorberán a través de sus raíces, y las ayudará a crecer fuertes y sanas.

Paucara (2012), Menciona que al aplicar 3 kg/m^2 se registró un elevado porcentaje de germinación, con una media de 93.33 %, se obtiene menor porcentaje de germinación al aplicar 2 kg/m^2 con una media de 90.92 % quien considera que estos buenos porcentajes se dan a un buen manejo de densidades de siembra en las bandejas.

León (2005), ha trabajado con densidad de $3.350 \text{ (kg/m}^2)$ obteniendo producciones de hasta $25 \text{ (kg/m}^2)$. En función de esto, se considera que los resultados obtenidos en este trabajo son satisfactorios. Por lo que se utilizó abonos orgánicos para la producción de forraje verde hidropónico ya que esta técnica resulta más económica y benéfica con el ambiente.

Las investigaciones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costo de producción de FVH, que se presenta por su importancia en una sección específica de manual, revela que consideración los riesgos de sequias, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económica viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores (Palomino, 2008).

CONCLUSIONES

Al no presentarse diferencias significativas en los tratamientos con té de cáscara de huevo y papa y el tratamiento testigo, en las variables de la altura de planta, materia verde y materia seca, da a

comprender que el uso de soluciones de té de cáscara de huevo y papa en el forraje verde hidropónico de maíz, no llegó a tener efecto en ninguna de las variables del forraje verde hidropónico de maíz.

En la altura de la planta en la cosecha, hubo mayor crecimiento del forraje con los tratamientos T0 y T1. En la materia verde donde mayor peso se logró fue en el T1. Y en el peso de la materia seca el tratamiento con mayor peso fue en el T1.

BIBLIOGRAFÍA

Castro, A. (2014). Plantas, el maíz *Zea mays*. Educa. <https://www.educa.com.bo/plantas/el-maiz-zea-mays>

FAO. (2001). Manual técnico. Forraje verde hidropónico. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Santiago de Chile.

INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). (2015). Situación actual y perspectivas del maíz y sorgo. Manual técnico del maíz y sorgo. 2da Edición INIAF. La Paz-Bolivia.

León, S. (2005) Efecto del fotoperiodo en la producción de FVH de maíz con diferentes soluciones nutritivas para la alimentación de conejos en el periodo de engorde [Tesis de Grado, Escuela Superior de Chimborazo. Riobamba – Ecuador]

Lynn, O. (2013). Importancia del agua sobre plantas. Educastur, (6). http://www.ehowenespanol.com/importancia-del-agua-plantas-sobre_87645/>

Marsh, T. (2020). Los usos de la cáscara de huevo en el huerto. InfoAgro. <https://infoagro.com.ar/que-uso-le-podes-a-las-cascara-de-huevo-en-el-huerto-y-jardin/>

Martínez, E. (2001). Comunicación personal. Manual Técnico FVH 76 p. U. Primera edición St. Maldonado. Uruguay. Se.

Martínez, G. (1988) Diseños Experimentales. Métodos de teoría. Editorial Trillas, México D.F.

ONUA (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2011). Forraje verde hidropónico. Manual técnico. <http://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>

Palomino, K. (2008) Producción de forraje hidropónico. Primera edición. Empresa editora Macro EIRL. Miraflores, PE. 59 p.

Paucara, J. (2012) El efecto de dos soluciones nutritivas en la producción de FVH de maíz (*Zea mays*) con diferentes densidades de siembra en la comunidad de Totorani. Tesis, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés.

Romero, J. (2006). Cultivos hidropónicos. Ciudad de la Habana, Cuba: Universitaria