

## **Producción de forrajes hidropónico de maíz comercial usando tres dosis de cal agrícola para desinfección**

Birmanía Wagner\*\*, Jazmín Carela\* y Ángel Pimentel \*\*\*

### **Abstract**

Hydroponic maize fodder is a fast alternative for producing quality feed for cattle, however, its nutritional and nutritional value is little known by producers in the Dominican Republic. This study was carried out on the farm of a milk producer in Guaraguano, Baní, province of Peravia, Dominican Republic, with the objectives of determining the optimum pre-germination time, yield in green matter, dry matter, forage and cost of production. Commercial maize seeds were used and pre-germinated for 24 hours, planted in 1-m<sup>2</sup> plastic trays with six pounds of corn in a controlled environment for fourteen days and irrigation was applied until the shoots reached a size of three to four centimeters. For the field study a completely randomized design was used according to split plots. The treatments were lime doses for disinfection, consisting of 4.2, 6.4 and 12.6 grams for the treatments with four replicates. According to the results, there were no significant differences for plant height and productivity at seven days. However, the response changed to fourteen days, where treatment 4.2 g exceeded treatments 6.4 and 12.6 g. 4.2 g is the optimal dose for disinfection of the seeds.

Keywords: commercial corn, pre germination, fodder, cultivation method.

### **Resumen**

El forraje de maíz hidropónico es una alternativa rápida de producción de calidad para la alimentación del ganado, sin embargo, su valor alimenticio y nutricional es poco conocido por los productores en la República Dominicana. Este estudio se realizó en la finca de un productor de leche en Guaraguano, Baní, provincia Peravia de la República Dominicana, con los objetivos de determinar el tiempo óptimo de pre germinación, el rendimiento en materia verde, materia seca, contenido nutritivo del forraje y costo de producción. Se utilizó semillas de maíz comercial y se sometió a un proceso de pre germinación por 24 horas, siembra en bandejas plásticas de 1 m<sup>2</sup> con seis libras de maíz, en ambiente controlado por catorce días y se aplicó riego hasta que los brotes alcanzaron un tamaño de tres a cuatro centímetros. Para el estudio de campo se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas. Los tratamientos fueron dosis de cal para desinfección, consistentes en 4.2, 6.4 y 12.6 gramos para los tratamientos con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados, no hubo diferencias significativas para altura de planta y productividad a los siete días. Sin embargo, la respuesta cambió a los catorce días, donde el tratamiento 4.2 g superó a los tratamientos 6.4 y 12.6 g. 4.2 g es la dosis óptima para desinfección de las semillas.

Palabras clave: maíz comercial, pre germinación, forrajes, método de cultivo.

## **INTRODUCCIÓN**

La producción animal es afectada por factores que se interrelacionan entre sí y que, dependiendo de su magnitud, repercuten positiva o negativamente sobre el desempeño general de los animales. Los productores pecuarios jerarquizan en orden de importancia los factores en la producción animal: genética, ambiente, reproducción, sanidad y alimentación y nutrición del ganado en época de sequía. Con Animales bien alimentados mayores beneficios tendrá la explotación, los animales tienden a enfermarse menos, los índices reproductivos son mayores y los ingresos económicos aumentan.

Unas de las alternativas alimenticias rápida y de calidad es el uso de forraje verde hidropónico(FVH). El FVH es el espacio reducido con diferentes especies vegetales y condiciones hostiles, para alimentar animales domésticos, equinos, bovinos, caprinos y conejos (Nava *et al.* 2005).

El FVH es recomendado cuando no se cuenta con suficiente área para producir el pasto y suplir los requerimientos nutricionales de los animales, el cual consiste en la germinación de semillas y su posterior crecimiento, bajo condiciones ambientales controladas, en ausencia de suelo, Rotar (2004).

Según Elizondo (2005), el sistema ofrece una alternativa para la producción rápida y simple de forraje verde de gran valor en época seca o cuando las condiciones climáticas no permitan la cosecha de forraje.

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo, FAO (2001), Sin embargo, en la República Dominicana no se practica la técnica de hidroponía para producir forraje de calidad a pesar de

\*Tesis para optar por el título Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

\*\* Escuela de Zootecnia. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

\*\*\* Asesor de tesis. Profesor investigador. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Santo Domingo, DO.

las ventajas que ofrece dentro de la dieta alimenticia ofrecida a los animales, en las diferentes etapas de crecimiento, producción y reproducción.

El uso de forraje verde hidropónico es recomendado para la alimentación en animales monogástricos y poligástricos. Estos animales consumen las primeras hojas verdes (parte aéreas), los restos de las semillas y la zona radicular. Estas partes de las plántulas constituyen un alimento completo rico en carbohidratos, proteínas y azúcares. Adicionalmente, su aspecto, sabor, color y texturas (características organolépticas), en adición a su palatabilidad, lo hace atractivo a los animales para su consumo. Con el consumo de FVH, la insalivación es mucho más fácil puesto que la humedad del pasto facilita la masticación al animal, aumentando su digestibilidad y la asimilación de los minerales que quedan como trazas en el colchón radicular, Rodríguez (2006).

En la República Dominicana se han realizado talleres sobre el cultivo hidropónico, su importancia y ventajas de esta técnica de producción, destacando la calidad y rapidez de las hortalizas producidas en ambiente protegido, Ortiz (2009).

La finalidad de este estudio es obtener información sobre la producción y calidad de forrajes hidropónicos de maíz utilizando dosis de cal agrícola para la desinfección de las semillas, para determinar el tiempo óptimo de pre germinación de las semillas de maíz, el rendimiento y el contenido nutritivo de forraje verde y el costo de producción del forraje.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la finca Guaraguanó del productor Domingo Espinal, ubicada en Nizao, provincia Peravia en el sur de la República Dominicana, temperatura media anual de 27 °C, Indrhi (2000), precipitación media anual de 1,372 milímetros con valores máximos promedios de 2,610 y mínimos de 500 milímetros, Indrhi (2013).

Para establecer el experimento, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas completas fueron las dosis de cal (4.2, 6.4 y 12.6 gramos) y las subparcelas fueron las frecuencias o tiempos de cosecha (7 y 14 días). Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, rendimiento, contenido nutritivo de forraje y costos de producción.

Para el estudio se utilizó maíz comercial de la zona, material de siembra que es una mezcla compuesta por variedades tradicionales locales, mejoradas e híbridas, disponibles para la siembra bajo diferentes condiciones ecológicas y sistemas de producción.

### Actividades previas al experimento

Previo al establecimiento del trabajo de campo, se determinó el tiempo óptimo de pre germinación de la semilla. Dos pruebas fueron realizadas, la primera de 24 horas y la segunda de 48 horas. Determinándose que 24 horas fue el tiempo óptimo.

Para la desinfección de las semillas de maíz comercial, se utilizó cal común (CaO), para eliminar esporas o bacterias que causan problemas en su germinación y crecimiento. Las semillas fueron colocadas con 4.2, 6.4 y 12.6 gramos de cal por tratamiento, respectivamente. Se removió y se dejó reposar en agua de cal durante 20 minutos. Pasado ese tiempo, se retiró todo el material que flotó, como: basura, semillas vanas, partidas o en mal estado. Posteriormente, se pasó al lavado definitivo de las semillas con agua corriente hasta eliminar todo residuo de la cal empleado durante el proceso. Cal agrícola o cal apagada (CaO), este producto está compuesto de un 46% de Ca (calcio) y un 64% de CaO (óxido de calcio).

Las semillas tratadas y lavadas se dejaron en agua clara durante 24 horas, agitándolas cada 12 horas a fin de oxigenarlas para extraer los gases. Pasada las 24 horas del proceso de pre germinación, se procedió a colocarlas en bandejas de un metro cuadrado, hechas de polietileno, dentro de un invernadero artesanal de tierra apisonado y tratado con cal común, para evitar contaminación del cultivo en las bandejas por estar ubicadas a nivel de suelo.

Las bandejas, se cubrieron con periódicos para garantizar la humedad en las capas superiores de las bandejas. Estas fueron regadas durante 14 días de ciclo de producción para la producción del forraje de maíz. Distribuidos de la siguiente forma, los primeros tres días se le aplicó riego con agua corriente sobre la cubierta hasta asegurar que el agua llegara a toda la masa de maíz sembrada.

Una vez formado un colchón radicular, a los tres días se procedió a retirar los periódicos con la finalidad de que las plantas iniciaran la fotosíntesis y las primeras hojas tomaran su color verde natural.

Tabla 1. Análisis de agua utilizada para el riego

(Micromhos /cm)						mq/l					
pH	CE	CCa <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	PSS	RAS
7.7	240	1.54	0.63	0.33	0.02	0.2	2.25	0.1	0.18	3.02	0.31

Fuente: Fertilizantes Químico Dominicano (Ferquido) 2014.

## Solución nutritiva o solución madre

Esta solución se aplicó una vez formado un colchón radicular, dos veces al día, en la mañana y en la tarde, asperjado con bomba de mochila. La solución nutritiva estuvo compuesta de la siguiente manera: tanque A, 250 g de nitrato de calcio; tanque B, 430 g de Plamtar macro y tanque C, 15 g de Plamtar micro.

Tanque A). Nitrato de calcio contiene un 15.5% de nitrógeno y 19.0% de calcio. Fertilizante totalmente soluble en agua, recomendado para cualquier cultivo. Además, contiene nitrógeno nítrico y calcio asimilable, requeridos en grandes cantidades para el cultivo.

Tanque B). El Plamtar Macro contiene un 5% de nitrógeno total, 3.67% de nitrógeno nítrico (NO<sub>3</sub>), 1.33% de nitrógeno amoniacal (NH<sub>4</sub>), 8 % fósforo disponible (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 28% de potasio asimilable (K<sub>2</sub>O), 5% magnesio asimilable y 8% azufre asimilable.

La fórmula es 5-8-28+5MgO-8S), soluble en agua, está diseñada para aportar al cultivo los nutrientes primarios necesarios en adición al azufre y magnesio. Su aplicación se combinó con nitrato de calcio y Plamtar Micro, para completar los nutrientes necesarios bajo esta modalidad de cultivo sin suelo.

Tanque C) El Plamtar Micro contiene 0.24% de cobre (Cu), 7.67% hierro (Fe), 2.88% magnesio (Mg), 1.02% zinc (Zn), 0.08% molibdeno (Mo) y 0.02% cobalto (Co). Cuya fórmula es 7% Fe, 1% Zn + S, es soluble en agua y aporta a los cultivos sembrados todos los micro nutrientes que necesita.

Su aplicación se combinó con nitrato de calcio y Plamtar Macro, para completar la gama de nutrientes necesarios bajo la modalidad hidropónica, donde todos los nutrientes deben ser aportados por los fertilizantes, porque se trata de un cultivo sin suelo.

Los datos colectados fueron analizados en un Anova e incluyó pruebas de diferencia mínima significativa (DMS), para establecer diferencias de la media de las fuentes de variación que resultaron significativas, para cual se utilizó el programa Infostat (versión 2013), Di Rienzo (2008).

## VARIABLES EVALUADAS

1. Altura de planta a los siete y catorce días luego de germinadas las semillas. A los siete días después de la siembra, se realizó la primera medida de altura de planta. Se tomaron tres muestras en diferente sitio de la bandeja y luego se sacó un promedio por bandeja. La segunda se realizó a los catorce días (al momento de la cosecha).
2. Producción de forraje. La primera medida de producción del forraje se realizó a los siete días después de la siembra, se procedió al pesado en una balanza por bandeja y según tratamiento. La segunda medida se realizó a los catorce días siguiendo el procedimiento anterior. De cada tratamiento se tomaron submuestra para análisis de nutrientes.
3. Para el análisis de costo, se tomó en consideración el precio de los insumos: precio de maíz, precio de la cal y precio de los fertilizantes. No se tomó en cuenta la construcción del galpón y mano de obra, debido a que es parte de la infraestructura y personal de la finca.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de los datos indican que no detectó diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosis de cal utilizadas para la desinfección.

En la Tabla 2, se observan comportamientos iguales para la frecuencia de 7 días con la diferentes dosis de cal, igual comportamiento se observa para la frecuencia de 14 días.

El análisis estadístico determinó que existe diferencias entre la frecuencia de siete y catorce días para los tratamientos de cal, esta frecuencia superó a la de 14 días dosis de cal. Los resultados de altura de planta a los 14 días de cosecha, coinciden con los trabajos realizados por Izquierdo (2002), donde reporta alturas promedio de 30 cm con cosecha a los 14 días.

Tabla 2. Relación entre la varianza dosis de cal y variable alturas de planta a los siete y catorce días.

Dosis-Cal*	Frec.	Media	n	E.E
4.2g	7	20.25	4	0.97
12.6g	7	20.25	4	0.97
6.4g	7	21	4	0.97
6.4g	14	29.75	4	0.97
12.6g	14	30	4	0.97
4.2g	14	32.25	4	0.97

\*A= 4.2, B= 6.4 y C= 12.6 g de cal

Con respecto al rendimiento de forraje, Tabla 3, el tratamiento con 4.2g de cal difiere significativamente a los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 4, no hay diferencias significativa entre los tratamientos 4.2g de cal, 12.6g de cal y 6.4g de cal, a los siete días, ni entre los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal a los catorce días. El tratamiento 4.2g de cal (14 días) superó a los demás tratamientos en la variable producción. Los datos de rendimiento a los 14 días de cosechas concuerdan con Vargas (2008), que reporta una relación de semillas de maíz a 1-3.4 a los 14 días.

Los resultados de la Tabla 4, muestran que no hay diferencias significativas entre los tratamientos 4.2g de cal, 12.6g de cal y 6.4g de cal a los siete días, ni entre los tratamientos 6.4g de cal y 12.6g de cal a los catorce días, el tratamiento 4.2g de cal (14 días) superó a los demás tratamientos en la variable producción. Los datos

de rendimiento a los 14 días de cosechas concuerdan con la investigación que, realizada por Vargas, (2008) donde reportan datos similares a los 14 días.

En cuanto al costo de producción, estos variaron según tratamiento tal como se muestra en la tabla 5.

### CONCLUSIONES

- a) No hay diferencias significativas para la variable altura según dosis de cal.
- b) El rendimiento más efectivo resultó ser con la dosis de cal de 4.2 gramos y 14 días, obteniéndose una relación de 5 libras de forraje por cada libra de maíz (5:1).

### RECOMENDACIONES

Continuar estos experimentos utilizando la dosis de cal optima y probar con otras fuentes de desinfección.

Tabla 3. Varianza dosis de cal y frecuencia de cosecha.

Dosis-Cal	Media	N	E.E	
12.6g	20.13	8	0.53	a
6.4g	20.69	8	0.53	a
4.2g	23.5	8	0.53	b

Tabla 4. Relación de varianza para evaluar dosis de cal y frecuencia de cosecha en el rendimiento de siete días y los catorce días.

Dosis-Cal*	Frec.	Media	n	E.E	
4.2g	7	20	4	0.73	a
12.6g	7	20.01	4	0.73	a
6.4g	14	20.13	4	0.73	a
12.6g	14	20.26	4	0.73	a
6.49g	7	21.25	4	0.73	a
4.2g	14	27	4	0.73	b

\*A= 4.2, B= 6.4 y C= 12.6 g de cal

Tabla5. Costos de producción por tratamiento

Costos	Tratamiento A (4.2)	Tratamiento B (8.6)	Tratamiento C (12.8)
Maíz	78	78	78
Tratamientos (cal)	0.28	0.56	0.83
Muestras (fert.)	1.54	1.54	1.54
Total	79.82	80.1	80.37

## LITERATURA CITADA

- Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El Maíz en Cuba. Instituto Nacional de Ciencias (INCA). La Habana, CU. Cultivos Tropicales 30 (2): 113-120. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v30n2/ctr160209.pdf>
- Carballo, C. 2001. Manual de procedimientos para la elaboración de forraje verde hidropónico. Ganadería Holística. Sinaloa, MX. 17 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://200.26.174.77/assets/repositorioPdfs/DO-AGN-CONALE-0037.pdf>
- Castañeda, F. 1997. Manual de cultivos hidropónicos populares: producción de verduras sin uso de tierras. Instituto de nutrición de centro América y panamá (Incap) y Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guatemala, GT. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.depadresahijos.org/INCAP/Hidroponicos.pdf>
- Castro, A. 2005. Forraje hidropónico para alimentar cabras. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. San José, CR. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: [www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_animal/cabra\\_hidro.html](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_hidro.html)
- Cedaf (Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, DO). 1998. Cultivo de maíz. Guía Técnica No. 33, Serie Cultivos. 51 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/maiz.pdf>
- Cruz, O. 2013. El cultivo de maíz. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Dicta), Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, HN. 27 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. Infostat, versión 2008. Grupo Infostat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, AR.
- Elizondo, J. 2005. Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG informa. 2005; (32): 36-39. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <https://antoniovyckovilchez.files.wordpress.com/2011/12/forraje-verde-hidroponico.pdf>
- Fuentes, M. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico. Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas (ICTA). Guatemala, GT. 45 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2001. Forraje verde hidropónico (manual técnico). Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, CL. 55 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- Izquierdo, J. 2002. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago, CL. 55 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-ah472s.pdf>
- Indrhi (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, DO). 2013. Semana del 28 de enero al 3 de febrero 2013. Boletín Hidrológico Semanal. Santo Domingo, DO. 5 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.acqweather.com/BOLETIN%20SEMANAL%203%20DE%20FEBRERO%202013.pdf>
- Indrhi (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, DO). 2000. Estudio hidrogeológico de la planicie de Baní, República Dominicana. Indrhi. Santo Domingo, DO. 151 p. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/299825687/Estudio-Hidrogeologico-de-la-Planicie-de-Bani>
- Juárez, P.; Morales, H.; Sandoval, M.; Danés, A.; Cruz, E.; Juárez, C.; Aguirre-Ortega, J.; Gelacio, S.; Ortiz, M. 2013. Producción de forraje verde hidropónico. Revista Fuente nueva época 4 (13): 16-26. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Porfirio\\_Juarez-Lopez/publication/275715557\\_PRODUCION\\_DE\\_FORRAJE\\_VERDE\\_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954/PRODUCCION-DE-FORRAJE-VERDE-HIDROPONICO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Porfirio_Juarez-Lopez/publication/275715557_PRODUCION_DE_FORRAJE_VERDE_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954/PRODUCCION-DE-FORRAJE-VERDE-HIDROPONICO.pdf)
- Nava, J.; Nava, Zavaleta J. Córdova, A. 2005. Alimento balanceado-forraje verde. Instituto de Investigación de Ciencias Naturales. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET VI (10): 1-6. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005/100506.pdf>
- Ortiz, W. 2009. Ocoa desarrolla tecnología de producción con invernaderos. Listín Diario. Santo Domingo, DO. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.listindiario.com/economia/2009/03/04/93120/ocoa-desarrolla-tecnologia-de-produccion-con-invernaderos>
- Rodríguez, A. 2006. Forraje verde hidropónico. Editorial Diana, México, MX. 128 p.
- Rotar, P. 2004. Hydroponic techniques sprout healthy, inexpensive fodder. (En línea). Revisado el 19 de septiembre 2016. Disponible en: <http://www.isar.org/isar/archive/ST/hydroponics47.html>

