

EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE LA DESINFECCIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ (*Zea mays*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*) PARA SISTEMAS DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH) EN COSTA RICA

Ivette Beauregard Zúñiga

ivettebz@gmail.com

Estudiante, CU San Carlos, Universidad Estatal a Distancia

Andrés Zúñiga Orozco

azunigao@uned.ac.cr

Docente e Investigador, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Estatal a Distancia

Resumen

Se aplicaron diferentes tratamientos para desinfección de semilla para producción de forraje verde hidropónico: Kilol® (K, L DF-100 11 SL), hipoclorito de sodio (Cl al 4%) y peróxido de hidrógeno (AO al 10%). Las dosis aplicadas fueron: 7,5 mL/L y 5 mL/L, en dos tipos de forraje. Se evaluaron variables como producción de biomasa neta, materia seca (MS), proteína cruda e incidencia de hongos. El mejor tratamiento para control de hongos fue el T6 (AO a 5mL/L) para cebada, en maíz cualquier tratamiento tuvo el mismo efecto. En ganancia de biomasa neta, el maíz acumula mayor biomasa en menor tiempo comparado a la cebada, siendo el T5 y T6 los que mayor peso obtuvieron para ambos cultivos, además los mismos tratamientos acumularon mayor porcentaje de proteína. En cuanto a porcentaje de materia seca, hay un efecto contraproducente al aplicar desinfectantes, puesto que todos acumularon menos materia seca con respecto al testigo, posiblemente debido a efecto de fitotoxicidad. Con los datos obtenidos, la proteína cruda y MS en la cebada superan el contenido de un concentrado comercial comúnmente utilizado para alimentación ganadera; el kilogramo de cebada es 3,85 veces más barato. Finalmente, se concluye que usar agua oxigenada a 5mL/L es la mejor opción para desinfección de semilla, incluso se obtuvo un efecto positivo al promover germinación, crecimiento y acumulación de biomasa neta.

Palabras clave: Hidroponía, hongos, control, biomasa, proteína

Key words: Hydroponics, fungus, control, biomass, protein

Introducción

En el cantón de San Carlos, Costa Rica, es común observar a varios productores ganaderos tener que vender su ganado bovino y propiedades, debido a falta de financiamiento, bajos precios del mercado, altos costos de producción y también debido a que los pastos que producen no son suficientes o no son de la calidad mínima para la adecuada nutrición de sus animales. También es frecuente ver a algunos ganaderos cortar pastos localizados en las orillas de los caminos para poder llevarlos hasta sus fincas y ofrecerlos a sus animales, lo que implica el aumento de los costos en mano de obra y transporte. Como lo menciona Castro (2014), debe considerarse que esos pastos al estar a la orilla de las calles se encuentran altamente contaminados por las emisiones que producen los vehículos que transitan por los distintos lugares, lo que repercute en la salud y bienestar de los animales, así como en sus rendimientos. Lo anterior se suma a los problemas generados por el cambio climático, los cuales se ven reflejados por las temperaturas variables, fuertes precipitaciones, vientos desmedidos, en ciertas zonas inundaciones y en otras sequías prolongadas, lo que da como resultado que algunas zonas que eran antes destinadas para producción de ganado bovino, se conviertan en lugares incultos o infértiles, lo que provoca que se tomen medidas para producir en poco espacio y tiempo (Castro, 2014).

Debido a las situaciones citadas anteriormente, se necesitan soluciones que permitan a los productores tener el forraje en forma constante, barata y de alta calidad, además utilizar tecnología amigable con el ambiente, una solución a esta problemática es el forraje verde hidropónico (FVH). Entre los aspectos relevantes de los FVH, se puede citar que, en pocos días (9-15) se obtiene forraje verde y fresco con alto contenido proteico y muy palatable. Se produce en cualquier época del año y localidad geográfica. Es inocuo, libre de enfermedades y de productos químicos, existe un considerable ahorro de agua, el espacio que se requiere para la producción es relativamente pequeño en comparación a sistemas tradicionales y sus costos de producción son bajos (Juárez et al. 2013).

En esta investigación, se buscan alternativas para mejorar el proceso de germinación de las semillas y proteger contra hongos saprófitos, se utilizó peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) (10%), Kilol® (L DF-100 11 SL) y el hipoclorito de sodio (4%) en dos dosis: 7,5 y 5 mL/L. Si bien es cierto, todos estos productos son utilizados en el sector agrícola para la desinfección de semillas, en la actualidad no se han encontrado investigaciones que hagan comparaciones como las estudiadas en este trabajo y haciendo uso de maíz y cebada como fuentes forrajeras.

Objetivo general

Analizar las variables producción de biomasa, incidencia de hongos, materia seca y proteína, utilizando algunos tratamientos desinfectantes de semillas, en diferentes dosis y en dos forrajes, maíz y cebada, bajo la tecnología FVH en la localidad de San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Objetivos específicos

1. Evaluar el potencial de desinfección de los diferentes productos y dosis sobre la incidencia de hongos en los dos tipos de forraje.
2. Determinar la acumulación de biomasa neta, el contenido de materia seca (MS) y proteína en ambos forrajes.

3. Comparar el contenido de materia seca y proteína de un concentrado para alimentación de ganado bovino comercial que comúnmente se utiliza en la zona, con respecto a los contenidos encontrados en los forrajes.

Materiales y métodos

- Invernadero de 16 m², piso de concreto, paredes en zócalo (1,20 m) y sarán, techo con lámina de zinc.
- Bandejas rectangulares desechables de aluminio (52 x 32 cm)
- Estructuras de soporte para colocar las bandejas. Construidas con madera (reglas 1x3") y lámina de zinc lisa con diversos agujeros, como base para colocar las bandejas. Cuatro niveles, con 40 cm de altura entre los niveles.
- Manguera jardinera con aspersor para jardín.
- Cámara fotográfica.
- Balanza marca Maxi House (cap. máx. de 30 kg)
- Semillas de maíz (var. Rocame amarillo) y semillas de cebada (Grado comercial)
- Kilol® L DF-100 11 SL, peróxido de hidrógeno 10%, hipoclorito de sodio al 4%, agua potable.

Cuadro no. 1. Tratamientos utilizados en maíz y cebada como desinfectantes de semilla.

Tratamiento	Producto	Dosis (ml/L)
1	Kilol	7,5
2	Kilol	5
3	Cloro	7,5
4	Cloro	5
5	Agua oxigenada	7,5
6	Agua oxigenada	5
7	Testigo (sin aplicación)	-

Para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones.

Previo al experimento:

- 1.- Se preparó el invernadero, verificando que no fuera accesible a agentes nocivos como pájaros, personas ajenas y asegurando que estuviera en condiciones higiénicas.

2.- Se obtuvieron 16,8 kilos de semillas, correspondiente a 8,4 kg de semillas de cebada y 8,4 kg de semillas de maíz.

3.- Se realizó una escala de severidad para analizar la presencia de hongos, del 1-5% (donde 1 es el valor mínimo y 5 el valor máximo).

Durante el experimento:

1.- Se realizó una desinfección de las semillas de maíz y cebada en bandejas separadas. Se tomaron los 8,4 kg de cada semilla, se dividieron en 7 partes iguales de 1,2 kg. Se introdujeron en baldes, se aplicó 3 L de agua y se aplicaron los respectivos productos desinfectantes, en una relación de 5 ml o 7,5 ml por litro de agua.

2.- Se dejaron en imbibición las semillas durante 12 horas en su respectiva bandeja, cada una fue identificada con su respectivo nombre.

3.- Una vez cumplido el punto anterior, se procedió a secar las semillas eliminando por completo el agua de las bandejas. Se distribuyeron las semillas de manera uniforme en las bandejas (0,4 kg por bandeja), según el tratamiento y dosis, con una altura de espesor no mayor a 1 cm para que éstas pudieran germinar efectivamente.

5.- Diariamente se verificó la humedad de las semillas en las bandejas, para determinar la necesidad de incorporar o no agua y monitorear la presencia de hongos o moho.

6.- Se observó el desarrollo de las plántulas desde el momento de la siembra hasta que cumplieron 12 días, para luego realizar los análisis y mediciones según las variables señaladas.

7.- Se cosechó cada una de las bandejas y se pesó la producción de biomasa por tratamiento. Una vez pesadas, se registraron los datos y se introdujeron en bolsas plásticas respectivamente identificadas. Luego fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

8.- Se realizó un análisis foliar para determinar, materia seca y contenido de proteína de cada uno de los tratamientos y de cada tipo de forraje.

9.- Se realiza comparación de resultados del FVH vrs. Alimento Vap Feed.

Resultados

Las variables analizadas fueron: ganancia neta de biomasa, incidencia de hongos, porcentaje de materia seca y porcentaje de proteína.

La mayor producción de biomasa en ambos cultivos, se dio en T5 (AO 7,5 mL/L) y T6 (AO 5 mL/L), donde la cantidad de biomasa neta producida es T5: 1130 g (maíz), 595 g (cebada), T6: 1073,3 g (maíz), 621,7 g (cebada).

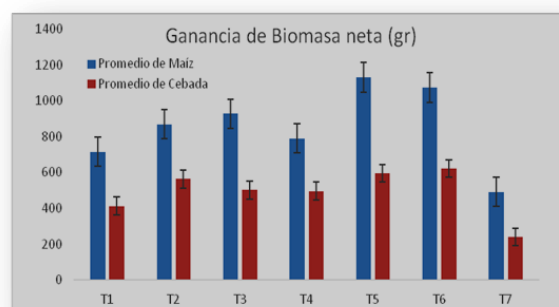


Figura 1. Ganancia Biomasa neta para dos forrajes en sistema de FVH en Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. 2017.

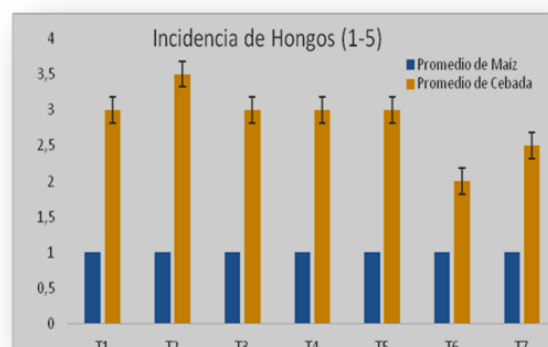


Figura 2. Incidencia de hongos para dos forrajes en sistema de FVH. Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. 2017.

En cebada, el T2 (K 5 mL/L) fue el tratamiento que presentó mayor cantidad de hongos, un 3,5%, mientras que el T6 (AO 5 mL/L) presentó el menor daño (2%). En maíz, todos los tratamientos presentaron 1% de daño por lo que no se observaron diferencias entre aplicar o no

desinfectantes. La cebada es más susceptible a ser afectada por hongos saprófitos.

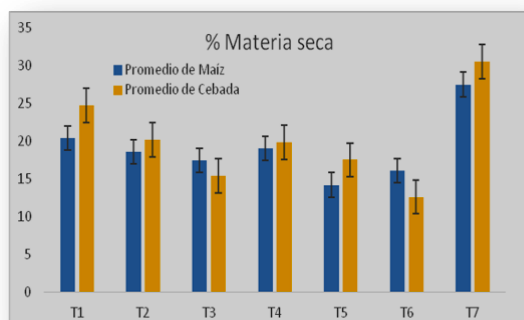


Figura 3. Porcentaje de materia seca para dos forrajes en sistema de FVH. Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. 2017.

La figura anterior, muestra que, tanto en cebada como en maíz, los mayores porcentajes de materia seca se presentaron en los tratamientos T7 (testigo) y T1 (Kilol® a 7,5 mL/L). La reducción en materia seca posiblemente es un efecto fitotóxico ejercido por los tratamientos, excepto en el T1 (Kilol® a 7,5 mL/L).

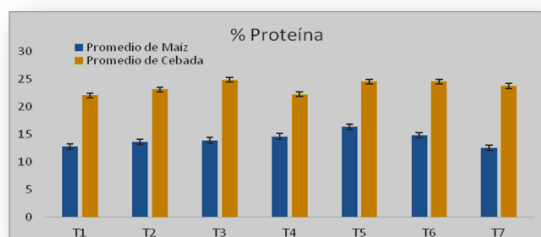


Figura 4. Porcentaje de proteína para dos forrajes en sistema de FVH. Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. 2017.

En cuanto el porcentaje de proteína, T5 (AO 7,5 mL/L) de maíz obtuvo un 16,3% y el T3 (CI 7,5 mL/L) de cebada, un 24,8%, evidenciando que la cebada fue superior para esta variable en todos los tratamientos.

Cuadro no. 2. Comparación resultados obtenidos FVH vrs. alimento comercial. Vap Feed.

Variable	Alimento Vap Feed®	FVH	
		Cebada	Maíz
MS (materia seca)	13%	20.1%	19.0%
PC (Proteína cruda)	16%	23.5%	14.1%

Cuadro 3. Comparación entre alimento concentrado Vap Feed y FVH

Variable	Alimento Vap Feed	Cebada	Maíz
Proteína cruda	16%	23.5%	14.1%
Costo por kilo	¢ 240	¢62.5	¢125

Para las variables materia Seca (MS) y proteína cruda (PC), se tomó como referencia el alimento comercial Vap Feed® con el cual se hizo una comparación entre lo obtenido en el sistema FVH con respecto a este alimento. Se evidencia como se obtuvieron mejores contenidos de estas variables en este sistema de producción.

Discusión

Es importante mencionar que, previo a esta investigación, se realizó un ensayo exploratorio para observar el comportamiento de algunos factores como la posición de los estantes (orientación de norte a sur), el riego, el crecimiento, la cantidad de semilla, el rendimiento, entre otros. De esta primera experiencia se determinó que había que cambiar la orientación de los estantes (de este a oeste) para favorecer la entrada de luz y usar una menor densidad de semillas puesto que muchas semillas quedaban sin germinar en el fondo de la bandeja.

Se observó que las plantas de maíz se vieron más favorecidas en el desarrollo de biomasa, altura y menor incidencia de hongos, posiblemente debido a su exposición más directa a la luz solar, mientras que, en las plantas de cebada, aunque su crecimiento fue óptimo (30 cm o más), se afectó el desarrollo de biomasa y la incidencia de hongos fue mayor. La cebada al ser una planta C₃ y tener una exposición más directa con los rayos solares (debido a los cambios de la posición de bandejas y estantes), es posible que fuera más vulnerable a éstos y su metabolismo fue afectado reflejándose en los resultados mencionados (Figuras 5 y 6), de acuerdo con Langtry et al. (2011), las plantas C₃ son muy competitivas en climas templados y húmedos, pero esta característica les dificulta su existencia en

lugares con altas temperaturas e intensidad lumínica.



Figura 5. Orientación de bandejas (E-O). Maíz (izquierda), cebada (derecha). Edad 9 días. Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. Marzo 2017.



Figura 6. Alfombra de maíz (izquierda) y de cebada (derecha). Edad 12 días. Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica. Abril 2017.

En la Figura 1, el maíz muestra mayor capacidad de producir biomasa en 12 días con respecto a la cebada. Esta especie presentó una media de 856,4 g y la cebada 490,5 g. Los tratamientos, T5 (AO 7.5 mL/L) y T6 (AO 5 mL/L) presentaron mayor cantidad de biomasa neta: T5: 1130 g (maíz), 595 g (cebada). T6: 1073,3 g (maíz), 621,7 g (cebada).

En la variable biomasa neta, se observan diferencias significativas (p -valor <0.0001) entre los tratamientos. Al analizar las medias, la mayor producción de biomasa neta correspondió a los T5 (AO 7.5 mL/L), T6 (AO 5 mL/L) como se mencionó anteriormente, para ambos cultivos.

Para la variable, incidencia de hongos, hubo diferencias significativas en cebada (p -valor

<0.0001); en la Figura 2 se evidencia un promedio de severidad de 1% en maíz y un 2,86% en cebada. Así mismo, para el cultivo de cebada, el tratamiento T2 (Kilol® a 5 mL/L), fue el mayormente afectado, presentando un valor de 3,5% según la escala, mientras que el T6 (AO a 5 mL/L) presentó el menor daño, para un 2%. En cuanto al maíz, todos los tratamientos presentaron un 1% en esta variable, sugiriendo que, en el caso de este cultivo, no es necesario desinfectar la semilla para ese fin, puede escogerse el cualquiera de los tratamientos químicos como productos de desinfección debido a su bajo costo y efectividad, lo anterior debido a que, en otros estudios realizados en Costa Rica, estos hongos se han presentado ocasionalmente en FVH, pero son especies saprófitas (Zúñiga 2016).

Analizando las variables, producción de biomasa (Figura 1) e incidencia de hongos (Figura 2), se observa que el T6 (AO 5 mL/L) obtiene mayor cantidad de biomasa y menor incidencia de hongos, además es el tratamiento que acumula mayor contenido de proteína después del T5, AO a 7,5 mL/L (Figura 4) por lo que se convierte en el mejor tratamiento para desinfección de semillas en este tipo de sistemas hidropónicos.

Entre los factores que pudieron haber favorecido la incidencia de hongos, principalmente en la cebada, se puede mencionar el riego. Esta investigación se realizó en el mes de abril, correspondiendo a la estación seca, en donde se presentaron temperaturas entre los 28-30°C. Durante el ensayo, cada una de las bandejas fue regada según la humedad que presentara, los primeros días se aplicaron 500 ml de agua dos veces al día para un total de 1000 mL. Conforme avanzaban los días y se desarrollaban las plántulas, se disminuyó el riego a 250-300 mL, dos veces al día (500-600 mL diarios). Luego, a partir del día 7 hasta el 10, se aplicaron 300 mL de agua una vez por día o de día de por medio. Finalmente, a partir del día 11, no se hizo riego y las plantas fueron cosechadas el día 12 por la tarde. Al haber inconsistencia en la cantidad de agua suministrada diariamente, posiblemente causó un microclima favorable

para los hongos, por lo que analizar este aspecto es muy importante para próximas investigaciones.

Según Juárez et al. (2013), el riego por inundación causa asfixia radicular, estrés, ataque de hongos y pudriciones que pueden ocasionar la pérdida total del cultivo. Aunque el riego no se hizo por inundación, lo que recomiendan estos autores es hacerlo a través de micro aspersores, nebulizadores o bomba aspersora portátil de manera uniforme, los cual da mejores resultados y reduce la presencia de hongos. En este caso, se utilizó un recipiente plástico de 500 mL, las bandejas y estantes, tenían varias perforaciones para el drenaje del agua.

La presencia de hongos en los alimentos hace referencia a micotoxinas, este tipo de hongos no se han encontrado en los FVH en Costa Rica, no así como en otros casos donde se han encontrado en granos almacenados. En otras investigaciones con FVH en Costa Rica (en condiciones similares de ambiente protegido), se ha evidenciado por medio de análisis de laboratorio que el tipo de hongos presentes en los FVH corresponden a hongos saprófitos y no a hongos que desarrollen micotoxinas (Zúñiga 2016, datos sin publicar). Según Arauz (2011), los hongos saprófitos ayudan al reciclaje de la materia orgánica, liberando nutrientes que enriquecen el suelo y sirven como alimento a organismos del suelo como microartrópodos y lombrices, por lo tanto, no provocan daños. Otros investigadores reportan otros métodos de control de hongos saprófitos en producción de FVH, por ejemplo Carballo (2005), sugiere utilizar yodo con urea y aplicar a las semillas mediante el riego; Castro (2014), menciona que se puede aplicar con una bomba aspersora manual, una solución de agua con vinagre (50:50) con una frecuencia de 1-2 veces al día según severidad, hasta que desaparezcan los síntomas.

En relación con la materia seca (MS), la Figura 3 indica que la cebada tuvo una media de 20,1%, mientras que el maíz obtuvo un 19,03%, lo cual según Barahona (2015) son favorables para alimentación de ganado bovino. Tanto en cebada como en maíz, los mayores porcentajes

se presentaron en T1 (Kilol 7,5 ml/L) y T7 (testigo). T1, maíz: 20,4%, cebada: 24,7% y T7, maíz: 27,5% y cebada: 30,5%. Aunque el T7 para la variable MS acumuló mayor contenido con respecto a los demás tratamientos, este efecto posiblemente se deba a un asunto de fitotoxicidad; sin embargo, el T7 no puede verse como un buen tratamiento puesto que, también obtuvo la menor producción de biomasa neta para ambos forrajes (Figura 1).

Referente al análisis de proteína (Figura 4) se obtiene en el maíz una media de 14,07% y en cebada 23,54%, lo cual se adapta a lo reportado por Lodo y Díaz (2008) y Barahona (2015), donde los contenidos deben estar entre 14 y 20%; esto hace que los dos forrajes se conviertan en excelentes fuentes de proteína, igualando e incluso superando los contenidos de los concentrados comerciales para alimentación de ganado bovino; además con un contenido bastante bueno de materia seca como se puede observar en la Figura 3 (20,1% en cebada y 19,03% en maíz). Los tratamientos que alcanzaron mayor contenido de proteína fueron el T5 (AO a 7,5 ml/L) para maíz con un 16,3% y el T3 (Cl a 7,5 ml/L) para cebada con un 24,8%. Los datos obtenidos en proteína permiten confrontarlos con los datos del alimento comercial concentrado Vap Feed para vacas lecheras (Cuadros 2 y 3), el cual posee un 16% de proteína cruda, de manera que los forrajes usados tienen valores dentro de este rango.

La información anterior (MS y proteína), no pudo ser comparada mediante un ANDEVA, ya que las pruebas de laboratorio para cada una de las repeticiones de los tratamientos, tiene un alto costo económico, por lo que se realizó sólo por tratamiento, de manera que no fue posible su análisis estadístico; sin embargo, se observan tendencias positivas que pueden ser verificables en nuevas investigaciones. Con los resultados de esta investigación le permitirá al productor elegir la semilla y tratamiento que mejor se adapte a su explotación, considerando lo señalado por BANREP (2011), con respecto a las necesidades de MS según el peso y edad del animal.

Con base en todos los análisis realizados en este trabajo, el peróxido de hidrógeno (AO) en las dosis utilizadas (7,5 mL/L y 5 mL/L), presentó diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos, posicionándose entre los mejores resultados para la mayoría de variables evaluadas. Debido a su bajo costo y fácil adquisición, resulta atractivo como desinfectante de semillas en FVH, pues obtener buenos rendimientos con bajos costos utilizando tecnologías modernas, es lo que les permite a los productores competir en forma eficiente (Bravo et al., 2010). En este caso además, queda demostrado que los forrajes cumplen con los parámetros mínimos de calidad para la alimentación de ganado bovino y puede ser usado en otros animales.

Adicionalmente, hubo un efecto de carácter bioestimulante con el uso del peróxido, este efecto no estaba contemplado en el experimento. Barba et al. (2012) mencionan que, en investigaciones realizadas por Valls & Sáez (2015), el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada, estimula la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas, acción que se correlaciona con la disminución de los niveles endógenos de ABA y la inducción de proteínas que se relacionan con el inicio del desarrollo, la división y la elongación celular, así como el control del ciclo celular. Este fenómeno fue notorio en la producción de biomasa, en donde las bandejas que fueron sometidas a los tratamientos con peróxido de hidrógeno (T5. AO: 7,5 mL/L y T6. AO: 5 mL/L), lograron los mejores resultados (Figura 1). De igual forma, el contenido de proteína para estos tratamientos fue de los valores más altos y se controló mejor los hongos saprófitos.

Los FVH son una excelente alternativa para la alimentación de los animales debido al mayor contenido de proteína con respecto al señalado en los alimentos concentrados, por lo que su utilización se hace relevante en las explotaciones.

Conclusiones y Recomendaciones

- I. Las condiciones agroclimáticas de cada zona, así como la orientación de los estantes y bandejas, afectan el desarrollo de las plántulas, por lo que se hace necesario tomar en cuenta estos factores, así como el metabolismo de cada especie.
- II. Todos los tratamientos tuvieron presencia de hongos, pero el maíz fue el menos afectado.
- III. Para controlar la presencia de hongos en las bandejas, deben utilizarse nebulizadores, micro aspersores o bomba aspersora para que el riego sea más uniforme.
- IV. Las micotoxinas son hongos que dañan severamente la salud de los animales, sin embargo, según estudios previos en Costa Rica se ha reportado que la presencia de hongos en cebada y maíz son de tipo saprófito.
- V. En la incidencia de hongos, el T6 (AO a 5 mL/L) de cebada, fue el menos afectado (2%), mientras que, en maíz, fue de 1% en todos los casos.
- VII. Tanto en maíz como en cebada los tratamientos que presentaron valores más altos en producción de biomasa neta fueron el T5 (AO a 7.5 mL/L) y T6 (AO a 5 mL/L).
- VI. Tanto en maíz como en cebada, el tratamiento que presenta los valores más altos de materia seca fue el T7 (Testigo), pudo haber un efecto de fitotoxicidad en los demás tratamientos.
- VII. Tanto en maíz como en cebada los tratamientos que presentaron valores más altos en proteína fueron el T5 (AO a 7,5 mL/L) en maíz y los T3, T5 y T6 en cebada.
- VIII. El peróxido de hidrógeno comercial en dosis de 5 mL/L (T6), presentó los mejores efectos entre las variables analizadas y aunque en MS y proteína no fue así, se encuentra dentro de los valores recomendados para la alimentación animal, según diferentes autores. Además, presenta un efecto bioestimulante en germinación de semillas.
- IX. Los resultados analizados en los FVH de esta investigación, demuestran tener mayor cantidad de proteína y materia seca que el alimento concentrado Vap Feed.

Para próximas investigaciones es importante modificar el tipo de riego, la orientación de los estantes y las bandejas de cebada, para determinar si se obtienen mejores resultados.

De acuerdo con los resultados logrados, se recomienda utilizar el agua oxigenada a una dosis de 7,5 mL/L para la desinfección de semillas en FVH, según los valores obtenidos en la mayoría de las variables evaluadas, las cualidades que posee sobre la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas, así como la facilidad para obtenerlo y su bajo precio.

Referencias y fuentes

- Arauz, L. 2011. Fitopatología: un enfoque agroecológico. 2da Edición. San José. Editorial UCR. 514 p.
- Banco de la República de Colombia (BANREP). Ganadería 5-2. 2011. Consumo de materia seca. (En línea). Consultado en internet el 30 de mayo 2017. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/ganaderia/alimentacion8/ganaderia5-2.pdf>
- Barahona, R. 2015. Manejo de forrajes tropicales. (En línea). Consultado en internet el 30 de mayo 2017. Disponible en: <http://proleche.com/recursos/documentos/congreso2015/produccion/Charla12.pdf>
- Barba, G., Clemente M., Díaz P., Hernández J. 2012. Efecto del peróxido de hidrógeno en expresión de proteínas durante la germinación. (En línea). Consultado en internet el 20 de may. 2017. Disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/10775/pro104.pdf?sequence=1>
- Bravo, M., Lambretón V., Márquez H. 2010. Introducción a las Finanzas. Cuarta Edición. México. 256 p.
- Carballo, C. 2005. Manual de procedimientos para la producción de forraje verde hidropónico. (En línea). Consultado en internet el 01 nov. 2016. Disponible en: <http://200.26.174.77/assets/repositorioPdfs/O-AGN-CONALE-0037.pdf>
- Castro, A. 2014. Forrajes hidropónicos ante la producción tradicional agropecuaria. Comunicación personal. Correo electrónico alvaroca07@costarricense.cr
- Juárez P., Sandoval M., Juárez C., Alejo G. 2013. Producción de forraje verde hidropónico. (En línea). Consultado en internet el 20 de set. 2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/275715557_PRODUCION_DE_FORRAJE_VERDE_HIDROPONICO
- Langtry A., Martín L., Merino, J. 2011. Características plantas C₃, C₄ y CAM. Dos metabolismos fotosintéticos con un mismo destino. (En línea). Consultado en internet el 30 de mar. 2017. Disponible en: <http://www3.uah.es/pedrovillar/Docencia/Ecologia%20Grado%20Biologia/Archivos/Seminarios/C3,%20C4,%20CAM/Langtry,%20Martin,%20Merino.pdf>
- Lodo M., Díaz O. 2008. Agrostología. San José. EUNED. 176 p.
- Valls S., Sáenz C. 2015. Efecto del agua oxigenada en la germinación y el Ciclo Ascorbato-Glutatión en plántulas de melón. (En línea). Consultado en internet el 20 de mayo 2017. Disponible en: http://www.idies-murcia.es/proyectos/pdf/p5_2015_efecto_del_agua_oxigenada_en_la_germinacion-pro.pdf
- Zúñiga, A. 2016. Utilización de desinfectantes de semillas para la producción de FVH. Comunicación personal. Grupo Crece Desarrollo Agro-Empresarial. Correo electrónico: grupocreceam@gmail.com