

Los resultados del experimento 1 demuestran que el forraje sometido al tratamiento con extracto de semillas de cítricos (ESC) fue el de mejor calidad que el forraje tratado con natamicina (N) y que el testigo (T), ya que presentó mayor cantidad de materia seca, mayor rendimiento, menor grado de deterioro radical reflejado en menor oxidación y mayor grosor de la capa de raíces.

En el ensayo 2, los tratamientos mostraron resultados iguales estadísticamente excepto para las variables de rendimiento de materia fresca, ya que en éstas el forraje tratado con peróxido de hidrógeno (PH) fue el de valor más alto.

El forraje tratado con hipoclorito de sodio (HS) presentó mejores valores en todas las variables evaluadas en el ensayo 3, con respecto al forraje tratado con extracto de semillas de cítricos (ESC), sin embargo éste superó al testigo (T) en todas las variables excepto en la altura y en el grado de oxidación.

Conclusiones y recomendaciones

- Para producir forraje verde hidropónico de alta calidad y buen rendimiento es recomendable el uso de productos desinfectantes en el agua de riego de forma que eviten la proliferación de problemas fitosanitarios como los causados por microorganismos como hongos y bacterias.
- Es recomendable una desinfección inicial del grano o semilla antes de sembrar la bandeja con fungicidas-bactericidas de amplio espectro, con el fin de eliminar cualquier microorganismo patógeno que pueda estar presente en la semilla.
- Las bandejas de siembra deben lavarse y tratarse con desinfectantes como yodo, cloro o ácidos orgánicos cada vez que se van a utilizar para sembrar.
- Se deben realizar lavados y desinfecciones periódicas de todo el sistema de riego (tanques, tuberías, aspersores, filtros) con el fin de evitar riesgos de contaminación al forraje.
- Se debe usar siempre semilla de no más de 3 meses de cosechada y que se encuentre adecuadamente almacenada, ya que semilla vieja, humedecida, dañada o de mala calidad es más susceptible a problemas fitosanitarios.

Este material fue elaborado por **Ing. Marlon Retana Cordero**, Investigador del Programa de Hortalizas, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. Información adicional puede obtenerse al correo marlon.retana@ucr.ac.cr

Julio 2019



MAR. 2023



Validación de las técnicas para producción de forraje verde hidropónico bajo ambiente protegido: I



Protocolo de manejo fitosanitario en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (FVH)

#014846 F: 31864
Debido a los problemas actuales que enfrenta la producción de forraje tradicional como la sequía prolongada y la disminución del área de producción por urbanización, los sistemas de producción ganaderos deben buscar fuentes alternativas de alimentación para el adecuado desempeño de los animales, como el forraje verde hidropónico (FVH), el cual consiste en la germinación de semillas de leguminosas o gramíneas, por tanto se usan solo los estados iniciales de plántulas de algunas especies como maíz, sorgo, arroz, entre otros. Pese a que hay abundancia de literatura relacionada con el Forraje verde Hidropónico, es poco lo que se ha considerado en relación con las enfermedades que se expresan bajo esa modalidad de cultivo.

Bajo ciertas condiciones, uno de los problemas que se presentan en la producción de forraje en nuestro país es la ocurrencia de una pudrición y necrosis del tejido radical, que causa olores desagradables y la disminución del rendimiento.

Identificación del agente causal

Se determinó la presencia del hongo *Fusarium* spp. en todas las muestras del tejido radical enviadas al laboratorio, a su vez, se enviaron muestras al laboratorio de técnicas moleculares del Centro de Investigación en Protección de Cultivos de la UCR (CIPROC) ya que en el laboratorio de fitopatología de la UCR se detectó también la presencia de bacterias fitopatógenas en el forraje. Los organismos identificados fueron *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella variicola*, la hipótesis propuesta es que el *Fusarium* causa el daño principal al tejido radical y las bacterias colonizan el tejido como saprófitas, causando un mal olor y textura gelatinosa en la capa basal de raíces (Figura 1).

Figura 1. Raíces del forraje verde hidropónico.

La imagen superior muestra el tejido radical dañado.

Los síntomas son oxidación, pudrición, necrosis, mal olor y producción de exudados blanquecinos y gelatinosos, además de que la capa de raíces es mucho más delgada.

La imagen inferior muestra el sistema radical sano, con un color blanco característico, además de que no hay olor desagradable.



Aplicación de tratamientos

Se realizaron 3 ensayos consecutivos para determinar el efecto de la aplicación de productos fitosanitarios al forraje mediante el riego, utilizando 5 productos: producto comercial de extracto de semilla de cítricos; formulación comercial de antagonistas biológicos (complejo de *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces griseoviridis* y *Trichoderma asperellum*); natamicina (grado alimentario); peróxido de hidrógeno y hipoclorito de sodio 1%, todos en concentración de 200 ppm. Se usó un testigo que consistía en agua pura. Las disoluciones de estas sustancias fueron adicionadas en los tanques para el riego, a partir del día 4 y hasta el día 11 DDS. El ciclo total del forraje fue de 14 días.

Los ensayos se definieron de la siguiente manera: ensayo 1: extracto de semillas de cítricos (ESC), natamicina (N) y testigo (T); ensayo 2: peróxido de hidrógeno (PH), antagonistas (ANT) y un testigo (T); y ensayo 3: extracto de semillas de cítricos (ESC), hipoclorito de sodio (HS) y testigo (T).

La semilla utilizada para todos los tratamientos fue sumergida durante 5 minutos en una solución a 1 ml/l de 2-(tiocianometiltio) benzotiazol (TCMTB), que es un fungicida-bactericida no sistémico de amplio espectro y con cierta acción fungistática, previamente antes de ser colocada en las bandejas de siembra.

Algunos resultados

Cuadro 1. Promedios de las variables respuesta según experimento y tratamiento

Trat.	Variables respuesta						
	Materia seca (%)	Peso fresco (Kg/m ²)	Materia seca (Kg/m ²)	Eficiencia de conversión	Altura del forraje (cm)	Grosor de capa de raíz (cm)	Oxidación (0-5)
Exp. 1							
ESC	10.37*	17.69*	1.84*	5.88*	27.6	2.85*	0.8*
N	8.36	16.59	1.41	5.54	27.7	1.74	2.2
T	8.67	16.37	1.42	5.44	27.0	1.73	3.6
Exp. 2							
ANT	10.62	15.40	1.63	5.13	21.7	1.45	3.1
PH	9.34	17.12*	1.58	5.70*	21.6	1.35	2.5
T	9.92	15.58	1.54	5.19	21.8	1.69	3.0
Exp. 3							
HS	14.25 ^a	19.02 ^a	2.72 ^a	6.35 ^a	28.3 ^a	3.01 ^a	0.7 ^a
ESC	10.32 ^b	17.30 ^b	1.79 ^b	5.77 ^b	25.7 ^b	2.23 ^b	1.3 ^{ab}
T	7.87 ^c	15.93 ^c	1.24 ^c	5.32 ^c	24.1 ^b	1.81 ^c	1.8 ^b

Nota: En los experimentos 1 y 2 los promedios con * son significativamente diferentes del promedio del testigo. En el experimento 3 se consignan las letras que identifican los grupos producidos por la prueba de comparación de promedios de Tukey.