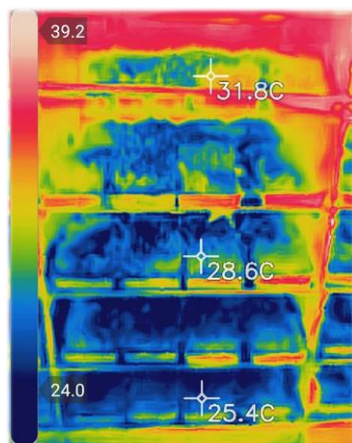


Conclusiones y recomendaciones

- El FVH, al ser una etapa tan corta de un cultivo (12-15 días) no requiere gran cantidad de radiación solar para su crecimiento y desarrollo, mucho menos suplementarlo con luz artificial.
- Las reservas de la semilla permiten el crecimiento adecuado durante ese período, por lo que la cantidad de luz no afecta la calidad del forraje.
- El forraje no se puede producir a la intemperie bajo sol directo, debido a que, al no utilizar ningún tipo de sustrato o suelo, las raíces están expuestas y son propensas a la desecación, y por consiguiente, a la muerte del forraje.
- El FVH debe producirse en un ambiente bajo sombra o luz difusa, ya que debe mantener la humedad en las bandejas de producción y evitar la quema por sol y desecación radical.

Imagen térmica de un sector del módulo de producción de FVH sin protección a la radiación solar.

Se puede observar que en el nivel más alto (más expuesto a la radiación solar) la temperatura llega casi a 32 °C, mientras que en el nivel más bajo la temperatura ronda los 25 °C. La exposición al sol directo genera daño al forraje, produciendo quema y desecación, por ende, la pérdida de calidad y rendimiento.



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



Este documento ha sido impreso gracias al aporte de la Fundación para el Fomento de la Investigación y la Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica, mediante el proyecto F-03-17.



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



Efecto de diferentes niveles de radiación fotosintéticamente activa (PAR) disponible en el módulo de siembra sobre la productividad y calidad del forraje verde hidropónico de maíz (FVH)

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Este material es un forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. Se utiliza como complemento a la alimentación animal de rumiantes, cerdos, aves de corral y conejos. Sin embargo, se desconoce el efecto de la cantidad de luz recibida sobre la calidad y rendimiento del forraje, por lo que se realizaron varios ensayos para determinarlo.

Luz diaria integrada (LDI)

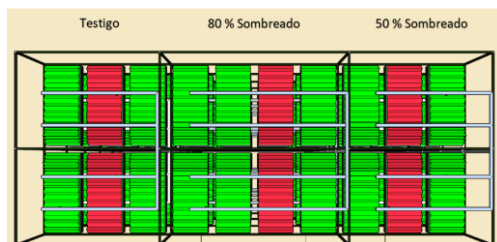
La luz diaria integrada (LDI) es la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (PAR) recibida cada día como función de la intensidad de luz instantánea ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) y duración (día o 24 horas). La acumulación de LDI es usada eficientemente para determinar la respuesta de las plantas en cuanto a crecimiento, y por sus valores es expresada en moles de luz por metro cuadrado por día ($\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$).

Medición de la radiación fotosintéticamente activa

Para determinar el efecto de la radiación sobre el desarrollo del FVH, se realizaron 2 ensayos de radiación, uno en época lluviosa y otro en época seca. Este ensayo de radiación consistió en la medición de valores de radiación (PAR) en diferentes niveles del estante de producción bajo tres diferentes niveles de sombreado.

Aprovechando las tres secciones de ensayo del estante, se colocó un sarán de 50 % de sombreado color negro para la primera sección, un sarán de 80% de sombreado negro para la sección central, y una sección testigo sin ningún tipo de sombreado. En las paredes divisoras de tratamientos, a modo de barrera lumínica, se colocó lámina plástica negra para evitar filtraciones de luz de un tratamiento a otro.

Para la medición de la radiación fotosintéticamente activa, se utilizaron 7 barras de 20 sensores PAR modelo APOgee LQS-20s ubicando 2 barras por tratamiento en los niveles 2 y 4. La séptima barra se colocó junto al estante fuera de los tratamientos, pero debajo del sarán de 70 % de sombreado que protege todo el sistema. Las barras se conectan a un registrador de datos Campbell Scientifics modelo CR10X con un multiplexor AM16/32A para aumentar la cantidad de canales para entrada de los sensores. Este se programó para el registro de datos cada 10 minutos. Adicionalmente al sistema de barras, se colocó un piranómetro APOgee para el registro de la radiación total y dos dataloggers para la medición de la temperatura y humedad relativa dentro y fuera del estante. Todo el equipo estuvo registrando datos los 15 días de desarrollo del forraje.



Variables respuesta

Se evaluaron para cada bandeja el peso de la misma, altura del forraje, olor, oxidación, textura jabonosa y una muestra enviada a estufa para obtención de peso seco. Luego de 8 días, las muestras en la estufa fueron enviadas al laboratorio para la realización de exámenes bromatológicos en donde se solicitaron pruebas de materia seca (105 °C), proteína cruda, fibra neutro detergente y contenido de lignina.

Algunos resultados

A pesar de las grandes diferencias de radiación determinadas entre los distintos tratamientos, el forraje no se vio afectado por la cantidad de la misma, como se puede ver en la figura y cuadro 1.

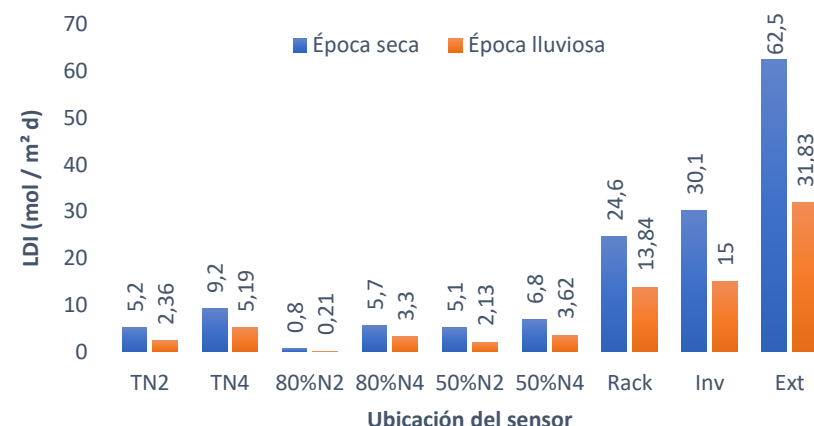


Figura 1. Valores LDI promedio de ensayos de época seca y lluviosa en las ubicaciones de los tratamientos: testigo nivel 2 y 4 (TN2 y TN4), sombreado 80 % en niveles 2 y 4 (80%N2 y 80%N4), Sombreado 50 % en niveles 2 y 4 (50%N2 y 50%N4), cerca del estante (Rack), dentro del invernadero (Inv) y fuera del invernadero (Ext).

Cuadro 1. Resultados de rendimiento del FVH en el ensayo de época seca

Tratamiento	Altura (cm)	P.F (kg/m2)	M.S %
Test	20,3 A	19,3 A	6,15 A
50%	22,3 B	19,8 A	7,56 A
80%	23,2 B	18,7 A	7,57 A
CV	4,95	5,44	1,18
Valor p	<0,0001	0,0763	0,1022

Medias con letras iguales no son significativamente distintas