

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 10 (número 56)
Ene-Feb de 2016



- 2 Cultivando con luz de Tecnología LED**
- 5 Evaluación de 74 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero**
- 8 Casas de sombra en el Asentamiento Bajo Reyes, San Vito de Coto Brus.**
- 10 ANUNCIO: conferencias sobre sustratos Jiffy**

CULTIVANDO CON LUZ DE TECNOLOGÍA “LED”

Gustavo Quesada Roldán

gustavoqr01@gmail.com

Universidad de Costa Rica – Programa de Hortalizas

La producción en ambientes protegidos es ampliamente reconocida como un sistema eficiente y altamente productivo siempre que se brinden condiciones favorables a la producción. Una de las condiciones que eventualmente pueden ser limitantes es la luminosidad dentro de ese ambiente. Una mala orientación espacial del invernadero, la presencia de elementos externos que proyectan sombras (árboles grandes, cortes de terreno y diversas estructuras civiles por ejemplo), los plásticos sucios y deteriorados y el auto-sombreado del propio cultivo, son factores que comúnmente reducen la disponibilidad de la radiación fotosintéticamente activa, conocida como luz PAR, lo que afecta directamente la capacidad productiva de la planta.

La luz PAR es aquella luz que está disponible en cantidad y calidad para ser aprovechada por las plantas y pueda ocurrir la conversión de energía lumínica a energía química por las hojas en el proceso de la fotosíntesis. Esa longitud de onda se ubica entre los 400 y los 700 nm en el espectro electromagnético.

Para compensar la alta inversión requerida para el establecimiento de un proyecto productivo en ambientes protegidos de escala superior, deben seleccionarse cultivos o variedades diferenciadas, que garanticen la rentabilidad de la operación. Materiales de alto valor agregado de cultivos como tomate, pepino o chile dulce, están entre los que facilitan el retorno de la inversión. Y asociado con la genética del material, tecnologías como la suplementación luminosa procuran ofrecer condiciones idóneas de luz con el objetivo de alcanzar la mayor productividad posible.

En los invernaderos, el empleo de lámparas de diodos emisores de luz, conocidas como lámparas de tecnología LED (Light-emitting diode) es la opción más actual y eficiente de suplementación luminosa (Figura 1). Hoy en día, esta tecnología es usada en las industrias de



Figura 1. Dispositivo emisor con batería de diodos

artículos electrónicos, en diversos sistemas de iluminación para interiores y exteriores y en las más variadas aplicaciones donde se requiere buena calidad de iluminación con un bajo consumo energético. En la producción hortícola bajo condiciones controladas, no podía ser diferente. La luz LED influencia directamente la fisiología y la actividad metabólica de las plantas, estimulando la actividad fotosintética en el rango del espectro de luz adecuado para muchas especies vegetales de importancia económica entre ellas flores y hortalizas. Con el aumento de la actividad fotosintética de la planta se consigue un incremento en la productividad y en la calidad de las cosechas, justificando la suplementación luminosa brindada.

Iluminar con luz artificial los invernaderos no es una técnica nueva; desde varias décadas atrás, ha sido usada con éxito principalmente en plantas ornamentales para regular la floración. Sin embargo la suplementación luminosa basada en lámparas de tecnología LED puede considerarse uno de los mayores avances en años en el campo

de la iluminación hortícola y comenzó ya a ser evaluada en cultivos olerícolas como tomate, pepino, chile dulce y lechuga.

En cultivos ornamentales son reportadas experiencias exitosas en crisantemo, orquídeas, pastoras y rosa. También es viable su empleo en la producción y mantenimiento de plantas cultivadas *in vitro*. Barras de luz LED ajustables a diferentes alturas son interesantes para el tomate, pepino y chile dulce, que son cultivos altamente productivos que requieren de sistemas de conducción vertical. En ellos se tiene gran cantidad de tejido vegetal que favorece el autosombreo en los estratos inferiores o en las líneas adyacentes. Esa condición de sombra reduce la absorción de luz constituyéndose en una limitante al proceso de fotosíntesis. Así, la implementación de luz en la parte media-baja del dosel, ayuda bastante en la reducción del autosombreamiento en estos estratos de la planta.

El principio para el funcionamiento de la tecnología de iluminación con LED es el siguiente. La luz LED está formada por un único tipo de diodo semiconductor. Ese diodo tiene un formato semejante a un "micro-chip" de computador, diferenciándose mucho de la tradicional resistencia que se observa en los bombillos de luz incandescente. El flujo de energía en ese diodo siempre va del ánodo hacia el cátodo y los electrones se juntan en electrodos de diferentes voltajes hasta que alcanzan un nivel de energía menor. En ese momento la energía es liberada en forma de **fotón** de luz.

En general el crecimiento de las plantas está influenciado por la cantidad y calidad de la luz. Usualmente incrementos en la fotosíntesis neta y en el crecimiento de las plantas correlacionan con alta intensidad de luz, mientras que alteraciones en la anatomía, fisiología y morfología de las hojas son producto de cambios en el espectro de luz disponible.

La capacidad de controlar el espectro de radiación es una de las características más sobresalientes de la iluminación con LED. Esto puesto que la lámpara puede configurarse para que emita determinada intensidad de radiación y determinado color, de forma que coincida con el requerimiento específico de los foto-receptores de la planta. Se consigue así optimizar la producción

sin perder energía en ondas de radiación no productivas. De este modo el espectro de luz LED emitido puede ser personalizado para cultivos en específico, para periodos fenológicos de la planta definidos o para determinados protocolos de producción. Esta capacidad de direccionar la emisión de luz LED hacia los rangos del espectro de luz visible más aprovechable por la planta (luz azul entre 430 y 450 nm y luz roja entre 660 y 680 nm), no es posible de lograr con otros tipos de lámparas usadas en invernaderos, como las de sodio de alta presión.

La capacidad en las lámparas LED para controlar el espectro de radiación útil para varias especies vegetales, el bajo calor que emiten (aspecto importante en módulos productivos con altas temperaturas internas), la posibilidad de adaptarlas a diferentes alturas en los estratos de producción y colocarlas bien próximas de las hojas (sin riesgo de quemaduras o daños por el bajo calor emitido), así como una vida útil prolongada de hasta 25.000 horas, son ventajas de esta tecnología. Y a lo anterior se suma el bajo consumo eléctrico de las lámparas LED (105 W/h), aspecto de mucha relevancia en estos tiempos que se habla de sistemas de producción más eficientes y con menor impacto ambiental.



Figura 2. Aplicación de luz LED en una plantación de pepino

Algunos datos de investigaciones hechas en varias partes del mundo indican incrementos en la productividad cuando es utilizada la suplementación luminosa con luz LED. En Holanda

sistemas de producción de ornamentales en especies como kalanchoes, orquídeas, rosas y flores de bulbo presentan incrementos en el rendimiento y mejoras en la calidad. Incrementos de 19% fueron observados en la producción de mini-pepinos en Canadá, aumentando tan solo 8% la luz extra con barras de luz LED. En Brasil la producción de mini-tomate aumentó 15% empleando barras de luz LED en la proporción 80% luz roja / 20% luz azul. En el cultivo de pepino, tratamientos con luz LED aumentaron el contenido de clorofila, la asimilación del CO₂ y la velocidad de crecimiento de las plantas.

Otra tendencia hoy en día en países desarrollados, es la implementación de áreas productivas, principalmente con hortalizas, en ambientes completamente cerrados y con ausencia total de luz natural. En estos casos el sistema de producción se basa en la hidroponía y la luz es suplida en su totalidad por lámparas de luz LED de varias ondas de luz y diferentes intensidades de iluminación. Algunas de estas áreas de producción están ubicadas incluso en el área del subsuelo de grandes supermercados o centros de distribución y comercialización de alimentos. Los productores se ahorran así los costos de transporte de sus productos y se facilita enormemente la logística de la producción y distribución, con la ventaja para los consumidores de la obtención de productos frescos y con mínimo deterioro por efecto de transporte.

Como se denota, hasta el momento las experiencias realizadas en investigaciones y en proyectos comerciales ya establecidos arrojan resultados favorables al empleo de iluminación artificial con luz de tipo LED. Evidentemente, por condiciones naturales, los resultados son más positivos en aquellos países con un invierno definido y días cortos muy marcados, caso de Estados Unidos, Canadá, norte de Europa y Japón por ejemplo. Resta ahora verificar en condiciones de clima más tropical y subtropical el efecto de esta suplementación luminosa en las plantas, investigaciones que están en ejecución en países como Brasil y Australia. En estos países y aún en el caso de Costa Rica con un clima de país tropical, la iluminación artificial tendría el objetivo no tanto de aumentar el fotoperiodo, sino de mejorar la calidad de la luz proporcionando ondas en el rango del espectro más aprovechable para la planta.

Aunado a la verificación de ese aprovechamiento, un estudio de costos debe ir acompañado pensando en viabilizar económicamente un sistema de producción comercial de este tipo. Este, en primera instancia, estaría dirigido a aquellos productos hortícolas de alto valor agregado, en donde la calidad y la innovación del producto sean aspectos por destacar.



EVALUACIÓN DE 74 GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO

José Eladio Monge Pérez

melonescr@yahoo.com.mx

Universidad de Costa Rica – Programa de Hortalizas

La apetencia del consumidor por tomates de alta calidad

Una de las principales quejas de los consumidores de tomate en todo el mundo, es que se han perdido características de calidad como sabor y aroma, pues la selección de nuevos genotipos ha privilegiado características como rendimiento, larga vida de anaquel, apariencia externa y tolerancia a enfermedades. En esta hortaliza, el sabor está determinado principalmente por la concentración de azúcares como fructosa y glucosa, y de ácidos orgánicos como ácido cítrico y ácido málico; en cuanto al aroma, hay más de 400 compuestos volátiles que contribuyen al mismo. La influencia del genotipo sobre estas características, es muy importante.

Los tomates tipo 'uva' tienen la misma intensidad de sabor que otros tomates, pero son mucho más dulces (casi 10 °Brix), lo que los hace un producto saludable y atractivo de mucho éxito en supermercados y restaurantes. Los consumidores están dispuestos a pagar un mayor precio por tomates con mejor sabor y mayor valor nutricional. En muchos casos las variedades de diferentes colores, o los tomates 'cherry' o 'uva', poseen frutos de alta calidad que pueden llenar esas expectativas.

Se evaluaron 74 genotipos de tomate producidos bajo invernadero, tanto a nivel cualitativo (9 variables) como cuantitativo (12 variables). El ensayo se llevó a cabo en condiciones hidropónicas, en el invernadero de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, localizado en Barrio San José, Alajuela, Costa Rica. El trasplante se realizó entre setiembre-octubre de

2012, y el cultivo se mantuvo en el campo hasta enero-febrero de 2013.

Se seleccionaron las siguientes variables a evaluar: presencia de hombros verdes; altura relativa de la planta; forma del fruto; color del fruto maduro; permanencia del cáliz luego de la cosecha; firmeza relativa del fruto; cantidad relativa de semillas por fruto; grosor del pericarpio; rendimiento por planta; rendimiento por área; número de frutos por racimo; número de ejes del racimo; peso promedio del fruto; porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix); firmeza del fruto (Newtons); pH del jugo del fruto; índice de sabor propuesto $[(\text{°Brix}) * (\text{pH})^2]$; edad a inicio de cosecha, en días después de trasplante (ddt); número de lóculos del fruto; y sabor. Además, con algunos genotipos se realizó una prueba de degustación, también llamado análisis sensorial, en la que se realizó una evaluación cuantitativa de esta característica, para lo cual se empleó la siguiente escala 'hedonística' de cinco puntos: 0 = pésimo, 1 = malo, 2 = regular, 3 = bueno, 4 = muy bueno.

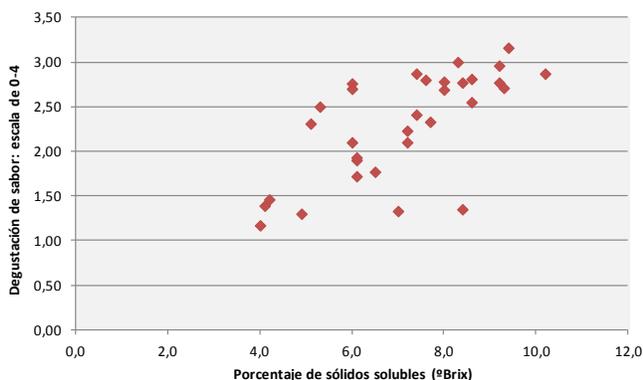


Figura 1. Racimo de frutos de uno de los materiales evaluados.

Los datos muestran una amplia variabilidad entre los genotipos en cuanto a número de ejes por racimo (1 – 6), número de frutos por racimo (2 – 65), número de lóculos por fruto (2 a muchos), edad de la planta al inicio de la cosecha (52 – 83 ddt), peso promedio del fruto (4,0 – 235,3 g), rendimiento por planta hasta los 105-126 ddt (0,23 – 3,22 kg), rendimiento por área hasta los 105-126 ddt (6,06 – 83,73 ton/ha), firmeza del fruto (4,6 – 64,6 N), porcentaje de sólidos solubles totales (3,6 – 11,6 °Brix), pH (3,52 – 4,82), índice de sabor (52 – 230), y evaluación de degustación en escala 0 a 4 (1,17 – 3,16).

En la figura 2 se aprecia la relación entre el porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix) y el resultado de la prueba de degustación. Claramente los consumidores tienden a preferir los genotipos con mayor porcentaje de sólidos solubles; el porcentaje de correlación positiva entre ambas variables fue de 68,7 %.

Figura 1. Relación de degustación de sabor vrs. porcentaje de sólidos solubles para los genotipos de tomate evaluados



En otros ensayos se ha determinado que efectivamente se obtiene una mayor aceptación del tomate por parte del consumidor cuando se presenta un mayor contenido de azúcares, lo que mejora la percepción de dulzura. Ya se ha identificado que los tomates 'cherry' tienen un mejor sabor en comparación con el resto de tomates, gracias a sus frutos ricos en azúcares y ácidos. Se ha documentado que las concentraciones de fructosa y glucosa están generalmente muy bien correlacionadas con el contenido de sólidos solubles, el cual representa

una forma fácil de evaluar la calidad de los frutos de tomate; aunque esta característica puede estar relacionada con el contenido de azúcares, su valor está fuertemente relacionado con la preferencia del consumidor únicamente en los híbridos de frutos pequeños, pero no en el caso de híbridos de frutos grandes. Sin embargo, no se debe prescindir de la evaluación sensorial (degustación), pues existe una fuerte relación entre la textura y el sabor, y los consumidores parecen preferir cultivares con firmeza intermedia.

Es importante destacar que el rendimiento no es el único parámetro a tomar en cuenta para la selección de un genotipo de tomate, sino que se deben considerar muchos otros factores. En este ensayo se evaluaron mayoritariamente genotipos de tomates tipo 'cherry' y tipo 'uva' (Figura 3), que tienen otro nicho de mercado y otro nivel de precios en comparación con los tomates grandes que predominan en el mercado de Costa Rica, por lo que el rendimiento debe considerarse junto con otras características de calidad, como forma y tamaño del fruto, contenido de sólidos solubles totales, color del fruto, entre otros.

La información generada es útil para los productores en el proceso de selección del genotipo a utilizar en su sistema productivo, según el nicho de mercado de interés. Se destacan varios genotipos de tomate 'cherry' y 'uva' por su alto contenido de sólidos solubles, que pueden ser opciones para los consumidores que demandan tomates de alta calidad.



Figura 3. Variabilidad en los genotipos

Conclusiones y recomendaciones

Para la evaluación de genotipos de tomate se deben tomar en cuenta diversas características, tanto de planta, de racimo, fruto, calidad y rendimiento, y se deben priorizar aquellas que sean más importantes para el mercado meta. La realización de pruebas de degustación es esencial en el proceso de evaluación de las características de calidad de un genotipo de tomate, al igual que la evaluación del porcentaje de sólidos solubles.

Agradecimientos

El autor agradece el financiamiento recibido por parte de la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI), del Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica (PRESANCA-II) de la Unión Europea, de la Secretaría General del Consejo Superior

Universitario Centroamericano (SG-CSUCA), y de la Vice-rectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo.

Bibliografía

Monge-Pérez, J. E. 2015. Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. InterSedes (Costa Rica). 16(33): 84-122.

Monge-Pérez, J. E. 2014. Caracterización de 14 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. Tecnología en Marcha (Costa Rica). 27(4): 58-68.



CASAS DE SOMBRA EN EL ASENTAMIENTO BAJO REYES, (San Vito de Coto Brus)

Christian Briones Valencia

cbriones@inder.go.cr

Instituto de Desarrollo Rural - INDER

El INDER, con la Ley 9036, busca impulsar proyectos en todas las zonas rurales y sigue abriendo oportunidades para las personas que más lo necesitan; pero también requiere del compromiso de nuestros campesinos. Para el segundo semestre del año 2015 en la Oficina Subregional de Coto Brus, se entregaron ₡ 8 millones al Asentamiento Bajo Reyes, que contemplaba el emplazamiento de cuatro estructuras en la modalidad de casas de sombra; cada una incluía los materiales para la construcción, la semilla para la siembra de algunas hortalizas

tales como: vainica, repollo, culantro, entre otras, así como almácigos de lechuga, apio y otras plántulas para la producción bajo este tipo de ambientes.

En esta metodología de producción, se involucraron 10 familias del Asentamiento, donde existe un área comunal en la que todas las familias están involucradas de manera conjunta, desde el inicio de la construcción de la casa sombra (Figura 1) hasta la producción (Figuras 2 y 3). Todo esto se realizó bajo la asesoría de funcionarios de la FAO e INDER.



Figura 1. Casa Sombra primeros estados después de la construcción en el Asentamiento Bajo Reyes.

La producción se estableció inicialmente en una de las casa de sombra con un seguimiento constante por parte de los diferentes funcionarios, mientras los beneficiarios replicaban el trabajo en los demás módulos, obteniendo experiencia que incorporaban para muchos cultivos.

Este tipo de producción es de mucha aceptación por parte de los agricultores, ya que muchos expresan que les permite producir en un ambiente más adecuado y con menos dificultad para realizar trabajos, obteniendo muy buenas producciones con productos de excelente calidad.



Figura 2. Casa de sombra con cultivos en su primer estado de desarrollo
Asentamiento Bajo Reyes.



Figura 3. Cultivos en diferentes estados de desarrollo en Casa sombras.
Asentamiento Bajo Reyes.

Este proyecto, para el final de 2015, presentó una de las mejores producciones bajo esta modalidad, y se evidencia hasta la fecha que siguen teniendo éxito. Es de importancia mencionar que como parte de todo este proceso, la comercialización de los productos sigue siendo el ‘talón de aquiles’ para los productores en pequeña escala.

Aun así, aunque los productos no se vendieron al por mayor, tuvieron muy buena aceptación por parte de la comunidad. Sin embargo, es necesario que para proyectos de esta magnitud, el mercado sea más seguro, presente menos dificultades y ofrezca el debido respaldo para incorporar la producción.

AVISO

La empresa Brinkman Trading Co., ofrecerá una conferencia relacionada con el procesamiento y usos de sustratos con énfasis en Jiffy. Estas se impartirán en Cartago, en las instalaciones de Agritec, el 15 de marzo, y en las oficinas regionales del MAG en Grecia el día 16, ambas de 2-4:30 pm.

Ya que el cupo es limitado, se solicitó inscribirse según se indica en los afiches, llamando a Esteban Rojas al 8863-1680, o escribiéndole a esteban_rojas@brinkman.ca

BRINKMAN TRADING CO.

15 de marzo de 2016
Salón del AGRITEC en Cartago
2:00 – 4:30 pm

Invita a la conferencia
Oferta, calidad e historia de los sustratos Jiffy

-Esteban Rojas (Brinkman Trading Co.)
-Miguel C. Meneses (Jiffy-Products, Portugal)

- Las empresas *Brinkman Trading Company* y *Jiffy*, como proveedoras de sustrato
- Los sustratos Jiffy en Centroamérica
- Refrigerio
- Historia de sustratos Jiffy
- Instalaciones y materias primas
- Necesidades de los productores y potencial en el uso del Jiffy

Para asistir es necesario inscribirse:
esteban_rojas@brinkman.ca
o llamar al 8863-1680
(cupo máximo – 35 personas)

16 de marzo de 2016
Salón de la Dirección Regional del
MAG en Grecia
2:00 – 4:30 pm

- Las empresas *Brinkman Trading Company* y *Jiffy*, como proveedoras de sustrato
- Los sustratos Jiffy en Centroamérica
- Refrigerio
- Historia de sustratos Jiffy
- Instalaciones y materias primas
- Necesidades de los productores y potencial en el uso del Jiffy

Para asistir es necesario inscribirse:
esteban_rojas@brinkman.ca
o llamar al 8863-1680
(cupo máximo – 35 personas)

Código APB-097

Este Boletín ha sido elaborado por la Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos, adscrito al despacho del Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Pretende proveer a los usuarios información relacionada con los diversos sectores de la producción agrícola bajo ambientes protegidos. Las contribuciones son responsabilidad de sus autores y no necesariamente implican una recomendación o aplicación generalizada. Para más información, dirijase a los colaboradores o comuníquese mediante los teléfonos **(506)-2232-1949**, **(506)-2231-2344** extensión **166**.
Edición: *Francisco Marín Thiele*