

La luz ultravioleta, una nueva herramienta para la horticultura

Una manipulación precisa de la luz ultravioleta que llega a los cultivos permite mejorar diferentes aspectos de la producción: la forma y el color de las plantas, la precocidad de los cosechas y una mejora en el control de plagas y enfermedades.

Nigel Paul (Lancaster University, Reino Unido)

Alberto Ferreres, Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC, (ICA-CSIC, Madrid)

Javier Martínez-Abaigar (Universidad de La Rioja, Logroño)

En gran medida, los sistemas modernos de producción hortícola se basan en la aplicación de numerosos avances científicos importados de la biología de las cosechas y del suelo. Por ejemplo, el desarrollo de sustratos y fertilizantes innovadores depende de una comprensión adecuada de las propiedades físico-químicas de los materiales utilizados como sustrato y de los mecanismos por los cuales las plantas acceden a los nutrientes y los usan. Igualmente, las técnicas de riego se benefician cada vez más de los últimos hallazgos sobre la regulación del balance hídrico de las plantas.

Todo ello convierte a la luz en el único factor clave, indispensable para el crecimiento vegetal, en relación con el cual los sistemas productivos todavía no han sacado el máximo partido a los avances de la ciencia subyacente. En los cultivos crecidos en condiciones de campo raramente

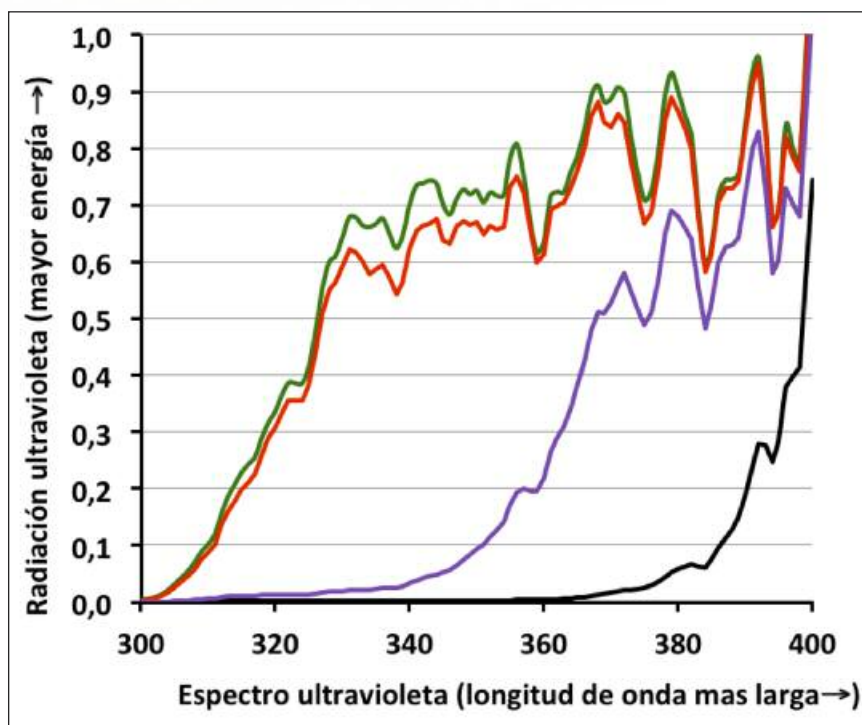


Figura 1: Comparación de la fracción UV de la luz solar recibida en condiciones naturales (verde) y bajo diferentes plásticos comerciales: estándar (azul), transparente a la luz UV (rojo) y opaca a la luz UV (negro). Nótese que la luz recibida por la planta bajo el plástico transparente es muy parecida a las condiciones naturales. El plástico estándar bloquea prácticamente toda la UV-B (280-315 nm de longitud de onda) y gran parte de la UV-A (315-400 nm), mientras que la opaca a la luz UV transmite únicamente una pequeña parte de UV-A de onda larga.

es posible “manejar” la luz, pero esto es radicalmente diferente en los cultivos protegidos, donde tanto los materiales de revestimiento como el uso de iluminación artificial permiten ese manejo. Los suplementos luminosos están basados, al menos parcialmente, en los requere-

mientos de luz de la fotosíntesis, pero en la práctica están mucho más condicionados por los costes energéticos y otros aspectos económicos. No obstante, las plantas utilizan la luz para mucho más que la fotosíntesis, ya que a menudo supone un estímulo vital para controlar

el crecimiento y el desarrollo, y esto se puede explotar comercialmente mediante técnicas tradicionales como la iluminación complementaria para "romper la noche".

Un descubrimiento relativamente nuevo es que las plantas son capaces de detectar la luz ultravioleta (LUV) y responder a ella. Hasta hace escasamente una década, nadie hubiera dicho que la LUV se podría convertir en una herramienta aplicable a la producción vegetal en ambientes controlados, sino que se consideraba más como una importante fuente potencial de daños. Sin embargo, en los últimos años hemos asistido a una profunda transformación del conocimiento básico y la percepción que se tiene sobre las respuestas de las plantas a la LUV. Estos hallazgos, junto con los avances tecnológicos en la manipulación de la LUV (Figura 1), están creando oportunidades nuevas e interesantes para la producción de cultivos protegidos. Además, Europa es líder en la integración de la investigación básica y aplicada en relación con la LUV, tanto por los proyectos nacionales que están en marcha como por la financiación por parte de la Unión Europea de la Acción Cost

La Acción Cost UV4Growth

UV4Growth es una red que aglutina alrededor de 180 investigadores pertenecientes a 25 países de Europa y el resto del mundo. Esta red está financiada a través de COST, una estructura intergubernamental de la Unión Europea cuya finalidad es estimular la cooperación europea en ciencia y tecnología (Cooperation in Science and Technology), mediante la unión colaborativa de investigadores procedentes de universidades, centros de investigación y empresas. Un objetivo esencial de UV4Growth es conseguir que los importantes avances experimentados por la investigación sobre la luz ultravioleta (LUV) en la última década se traduzcan en información relevante para los productores. Esto afecta a aspectos cruciales como los cambios inducidos por la LUV en metabolitos que determinan el color, sabor o el aroma de los frutos, la tolerancia a plagas y enfermedades, la morfología de la planta (robustez, tamaño), etc. El director de la red UV4Growth, Marcel Jansen (University College Cork, Irlanda), ha dicho: "Muchos investigadores tienen poco contacto con los productores, por lo que UV4Growth es una oportunidad apasionante e inusual, y resulta muy satisfactorio comprobar que está sirviendo para tender puentes entre la ciencia de la LUV y su aplicación". En el contexto de UV4Growth existe la sensación real de que podemos contribuir tanto a una horticultura más sostenible como a una mayor calidad de los productos. La dirección de contacto de UV4Growth es: uvforgrowth@gmail.com.



'UV4growth', que está forjando nuevos vínculos entre los países participantes y también entre los investigadores y los productores relacionados con el manejo de la LUV (ver cuadro 'UV4growth').

Este artículo resume algunos avances recientes sobre esta materia así como las perspectivas futuras, partiendo de tres pilares fundamentales: la red establecida en la Acción 'UV4growth', la

¡Activa tu cultivo!

brotone®

- Aumenta la **calidad** de las cosechas; buen cuajado y aumento del calibre de los frutos.
- Estimula la **producción** evitando el decaimiento de la planta durante la cosecha.
- **Mejora la resistencia** frente a los daños producidos por plagas, enfermedades, sequías, heladas, etc.
- Aumenta la **precocidad** del cultivo, estimulando los procesos vegetativos.
- Proporciona **equilibrio** entre las partes aéreas y radiculares.
- Producto libre de residuos, totalmente natural.



grupo **agrotecnología®**

www.agrotecnologia.net

investigación básica que está en marcha y la experiencia de productores europeos que ya están beneficiándose de estas nuevas estrategias de manejo de la LUV.

La emergente historia de la luz ultravioleta (LUV)

La investigación sobre la LUV creció enérgicamente tras el descubrimiento de la degradación del ozono estratosférico, que provoca el aumento de una fracción de la LUV solar que llega a la superficie terrestre: la ultravioleta-B o UV-B. En la actualidad está claro que la radiación UV-B presente en la luz solar no daña a las plantas en condiciones naturales, sino que actúa como un importante regulador del desarrollo vegetal. Es precisamente este efecto regulador de la LUV en general el que puede tener una amplia variedad de utilidades en horticultura. Los estudios aplicados que se han realizado hasta el momento destacan los beneficios potenciales de usar plásticos transparentes a la LUV y/o suplementar con UV-B en cultivos controlados. De este modo se pueden conseguir efectos como la regulación de algunos aspectos del crecimiento y desarrollo de los cultivos, mejoras en la calidad de las plántulas en cultivos de propagación, mejoras en el color y el contenido de ciertos pigmentos, cambios bioquímicos de la planta relacionados con el gusto y el aroma, mejoras en el contenido de aceites en plantas aromáticas y medicinales, y nuevas alternativas de control de plagas y enfermedades.

Por ejemplo, la compañía inglesa 'Crystal Heart Salad' ha conseguido producir plántulas de lechuga más compactas y coloreadas utilizando plásticos transparentes a la LUV (Figura 2). El uso de este tipo de plásticos, en comparación con los estándar que bloquean una buena parte



Figura 3: Ensayos en la finca experimental La Poveda del CSIC (Madrid) para evaluar la eficacia de mallas fotoselectivas en el control de pulgones y virus en lechuga.



Figura 2: Cambios en el color de lechugas 'Lollo Rosso' producidos por manipulación de la luz ultravioleta (LUV) mediante el uso de plásticos con diferente transmisión UV. Las plantas de la derecha crecieron bajo un plástico opaco a la LUV; sin esta fracción de la radiación solar, no pudieron sintetizar los pigmentos que les dan su color rojo típico. Por el contrario, las plantas de la izquierda, crecidas bajo un plástico transparente a la LUV, sí pudieron desarrollar dicho color. Los dos grupos de plantas que aparecen en el centro crecieron bajo un plástico opaco, pero se trasplantaron después a uno transparente, lo cual pone de manifiesto que se puede desarrollar un buen color en 1-2 semanas bajo un plástico transparente a la LUV al final del cultivo.

de la LUV, ha proporcionado otros hallazgos interesantes. Así, la empresa turca 'Fethiye Fide' mejoró la calidad de plántulas de tomate, que eran más compactas y tenían mayor densidad de raíces y hojas más gruesas. Otra compañía turca ('Imoz Tarim'), trabajando también con tomate, consiguió aumentar el número de frutos comercializables, con coloración más temprana y mayor firmeza.

Estos logros tan prometedores no sólo se han obtenido en zonas mediterráneas, sino que son exportables a otras áreas menos soleadas. En el 'Teagasc Research Centre' de Kinsealy (Irlanda), se han encontrado efectos significativos en la forma, tamaño y estética de diversas especies ornamentales pertenecientes a los géneros

'Hebe', 'Cotinus', 'Prunus' y 'Escallonia'. Las plantas producidas bajo plásticos transparentes a la LUV eran más compactas y más pequeñas, y además aumentó la intensidad de color tanto en hojas de 'Cotinus' como en flores de lavanda. También se encontraron efectos interesantes sobre el comportamiento de plagas, por lo que se podrían diseñar nuevos plásticos para reducir la severidad de los brotes de plagas y enfermedades en polítuneles. En este sentido, en el Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC (ICA-CSIC) en Madrid se ha observado cómo el crecimiento poblacional y la dispersión del pulgón 'Macrosiphum euphorbiae' en cultivo de lechuga se vio reducido en invernaderos recubiertos de mallas absorbentes de LUV (Figura 3). Como consecuencia, la incidencia de los virus LMV y CMV fue menor bajo estas mallas. Así mismo, en condiciones controladas de laboratorio, el crecimiento poblacional del mismo pulgón fue también menor en ausencia de LUV, lo que sugiere la posibilidad de controlar esta plaga en cultivos protegidos mediante una manipulación adecuada de la LUV.

Radiación ultravioleta-C (UV-C)

Dado que la radiación UV-C no está presente en la luz solar que alcanza la superficie terrestre, solamente se puede aportar mediante el uso de lámparas apropiadas. La UV-C es extremadamente penetrante, y por lo tanto incluso intensidades pequeñas pueden afectar negativamente a los microorganismos, las plantas y las personas. Hay sistemas comerciales basados

en lámparas UV-C que explotan con éxito esta característica, por ejemplo en el control del oídio en cultivos de invernadero. Sin embargo, el riesgo de provocar daños tanto al cultivo como a los operarios aconseja evaluar muy cuidadosamente el uso de UV-C para la producción comercial.

Radiación ultravioleta-A (UV-A)

Al contrario que los seres humanos, muchos animales pueden ver la radiación UV-A (también llamada 'blacklight' en inglés). Esto incluye a muchos insectos, lo que apoya su uso en el control de plagas. Sin una UV-A adecuada, algunos insectos como los trips y la mosca blanca no pueden dispersarse y propagarse normalmente. Por ejemplo, en el ICA-CSIC se ha observado que un exceso de UV-A ejerce un efecto directo negativo sobre la mosca blanca 'Bemisia tabaci', alargando su desarrollo y reduciendo su fertilidad. Además, en muchos hongos causantes de importantes enfermedades, como 'Botrytis cinerea', la UV-A es imprescindible para la producción de esporas. Estas respuestas biológicas a la UV-A han conducido al desarrollo de plásticos opacos a la LUV, diseñados para el control de ciertas enfermedades y plagas. Estos plásticos se han usado profusamente en países como Turquía y Egipto.

Sin embargo, parecen tener menos implantación comercial en otros lugares como Europa occidental o septentrional, quizá porque, aunque las investigaciones señalan su utilidad en el control de 'Botrytis' o mildiu en algunas épocas del año, sus efectos en la práctica son algo contradictorios. Una dificultad añadida para su implantación comercial en los países de la cuenca Mediterránea es su interferencia con la actividad de los insectos polinizadores. En estos países, la polinización mediante abejorros del género 'Bombus' es una práctica habitual en los invernaderos de tomate o melón, lo que impide una implantación generalizada de plásticos y mallas totalmente opacos a la LUV. Sin embargo, ya se está investigando en el desarrollo de plásticos fotoselectivos que sean efectivos para controlar las plagas y enfermedades pero a la vez respetuosos con la actividad de los insectos polinizadores.

Perspectivas futuras

Muchos investigadores relacionados con la LUV, como los participantes en la Acción Cost 'UV4growth', financiada por la Unión Europea, están intentando aplicar sus avances a los sistemas agrícolas. Por ejemplo, en el Reino Unido la 'Horticultural Development Company' (HDC)

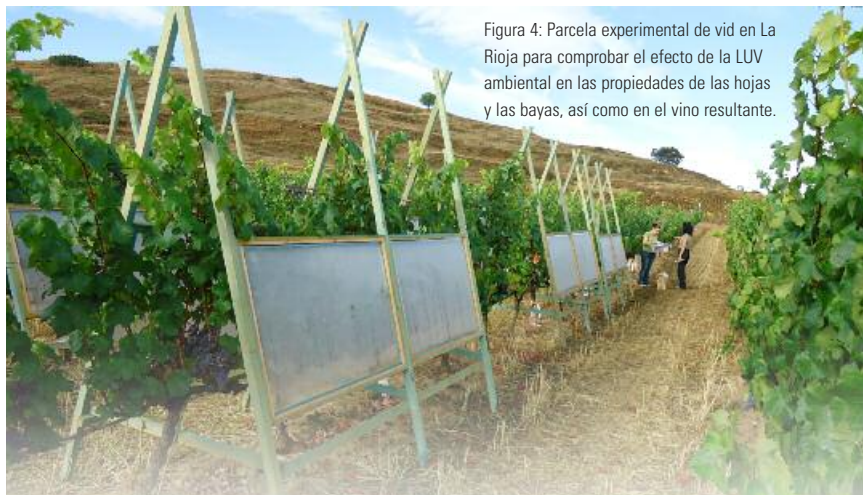


Figura 4: Parcela experimental de vid en La Rioja para comprobar el efecto de la LUV ambiental en las propiedades de las hojas y las bayas, así como en el vino resultante.

financió entre 1991 y 1994 un ambicioso programa de investigación sobre recubrimientos plásticos con diferentes transmisiones de LUV. Los resultados obtenidos confirmaron que los materiales transparentes a la LUV pueden ser valiosos en una amplia variedad de cultivos, tanto para regular el desarrollo como para mejorar la calidad de las plántulas. Estos y otros proyectos también han sugerido su utilidad en el control de plagas y enfermedades. La manipulación de los niveles de LUV resulta cada vez más fácil por el desarrollo de nuevos plásticos, el uso de materiales de acolchado que reflejan LUV, y los avances en la tecnología lumínica, especialmente los LEDs. En la actualidad, los LEDs UV son todavía demasiado caros para su uso generalizado en iluminación en horticultura, por lo que la mayor parte de la investigación básica en LUV está basada en el uso de tubos fluorescentes UV.

En resumen, los investigadores han generado un buen bagaje de conocimiento fundamental sobre las respuestas de las plantas a la LUV (Figura 4), y a la vez existen tecnologías que permiten aplicar tratamientos muy específicos en este sentido mediante el uso individual o

combinado de diferentes plásticos y sistemas de iluminación. De este modo, se puede excluir o potenciar cualquiera de las tres fracciones que componen el espectro completo UV, y esta herramienta se puede aplicar a una gran diversidad de cultivos en condiciones controladas (túneles, invernaderos o cámaras de crecimiento), con el objetivo de controlar más eficazmente la forma y el color de las plantas, la calidad de las plántulas, la incidencia de enfermedades y plagas, la presencia de compuestos relacionados con el gusto y el aroma, etc. ■

Agradecimientos

Este trabajo está integrado en la Acción Cost FA0906 de la Unión Europea UV4growth (UV-B radiation: a specific regulator of plant growth and food quality in a changing climate). JMA agradece también al Ministerio de Economía y Competitividad (Gobierno de España) y Feder la financiación del proyecto CGL2011-26977.

Personas de contacto y líneas de especialización de los grupos españoles que participan en UV4Growth

- Cantos-Villar, Emma (Centro IFAPA Rancho de la Merced, emma.cantos@juntadeandalucia.es): UV-C en uva
- Carrillo, Presentación (Universidad de Granada: pcl@ugr.es): UV y lagos de montaña
- Fereres, Alberto (Instituto de Ciencias Agrarias ICA-CSIC: a.fereres@csic.es): UV, materiales plásticos y plagas
- Llorens, Laura, y Dolors Verdaguer (Universidad de Girona: laura.llorens@udg.edu): UV y matorral mediterráneo
- López-Figueroa, Félix (Universidad de Málaga: Felix_Lopez@uma.es): UV y algas
- Martínez-Abaigar, Javier (Universidad de La Rioja: javier.martinez@unirioja.es): musgos como biomonitores de UV
- Nogués, Salvador (Universidad de Barcelona: salvador.nogues@ub.edu): UV e isótopos
- Núñez-Olivera, Encarnación (Universidad de La Rioja: encarnacion.nunez@unirioja.es): UV, vid y vino
- Pascual, Inmaculada (Universidad de Navarra: ipascual@unav.es): UV y vid
- Rodrigo, M^a Antonia (Universidad de Valencia: maria.a.rodrigo@uv.es): UV y algas