

Effect of UV-B light on hypocotyl growth during red cabbage seed germination

Efecto de la iluminación UV-B en el crecimiento del hipocótilo durante la germinación de semillas de col roja

N. Castillejo^{1,2*}, L. Martínez-Zamora^{1,2}, P.A. Gómez², F. Artés^{1,2}, F. Artés-Hernández^{1,2}

¹Grupo de Postrecolección y Refrigeración, Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Spain.

²Unidad de Calidad Alimentaria y Salud, Instituto de Biotecnología Vegetal, Edificio I+D+I, UPCT, Campus Muralla del Mar, UPCT, 30202 Cartagena. Spain.

*noelia.castillejo@upct.es

Abstract

Brassica sprouts are a source rich in nutritional and bioactive compounds such as polyphenols, flavonoids, antioxidants and glucosinolates. In addition, the application of UV-B to fruit and vegetables increases phytochemical biosynthesis. The aim of this work was to determine whether different UV-B stresses during red cabbage seeds germination influenced the development. The UV-B light was applied in 4 equal doses on days 3, 5, 7 and 10 of germination at 20 °C, with a total dose of 0, 5, 10 and 15 kJ m⁻². The length of the hypocotyl of the sprouts was determined, as well as their growth rate. Sprouts under UV-B had a longer hypocotyl length and 10 kJ m⁻² induced a faster growth. Our results show that controlled and discontinuously applied doses of UV-B can promote sprout growth.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *capita*; sprouts; cruciferous; stress.

Resumen

Los germinados de Brassicas poseen un elevado contenido de compuestos nutricionales y bioactivos tales como polifenoles, flavonoides, antioxidantes y glucosinolatos. La aplicación de luz UV-B a frutas y hortalizas estimula la biosíntesis de fitoquímicos. Por ello el objetivo fue determinar si diferentes estreses con UV-B durante la germinación de semillas de col roja perjudicaban su desarrollo. La luz UV-B se aplicó en 4 dosis iguales en los días 3, 5, 7 y 10 de germinación a 20 °C que sumaron un total de 0, 5, 10 y 15 kJ m⁻². Se determinó la longitud del hipocótilo de los germinados y su velocidad de crecimiento. Los germinados bajo UV-B tuvieron una mayor longitud del hipocótilo y bajo 10 kJ m⁻² crecieron más rápidos. Así pues, dosis controladas y aplicadas de forma discontinua pueden favorecer el crecimiento de los germinados.

Palabras clave: *Brassica oleracea* var. *capita*; germinados; crucíferas; estrés.

1. INTRODUCCIÓN

La col roja es una *Brassica* consumida a nivel mundial. Numerosos estudios epidemiológicos muestran que hay una asociación inversa entre el consumo de hortalizas del género *Brassica* y el riesgo de padecer cáncer y enfermedades cardiovasculares (1). Los germinados son alimentos funcionales debido a sus altas concentraciones de compuestos bioactivos y nutricionales comparado con la planta adulta (2).

Un estrés lumínico con luz ultravioleta-B (UV-B) causa respuestas fisiológicas y metabólicas en plantas incluido la biosíntesis de compuestos antioxidantes como metabolitos secundarios (3).

La luz UV-B es una herramienta para inducir la biosíntesis y acumulación de flavonoides y glucosinolatos (4).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de diferentes dosis de luz UV-B durante el crecimiento de germinados de col roja durante 10 días a 20 °C sobre la longitud del hipocótilo y la velocidad de crecimiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de col roja (*Brassica oleracea capita rubra*), compradas en Intersemillas S.A., (Valencia, Spain) se germinaron en bandejas con papel de filtro. En cada bandeja se dispusieron 2 g de semillas, constituyendo cada bandeja una repetición. Las condiciones de germinación fueron 10 días en oscuridad a 20 °C. Durante la germinación, se aplicaron tres tratamientos de UV-B (1,25, 2,50 y 3,75 kJ/m²) en 4 días (a los 3, 5, 7 y 10 días). Tras la germinación, las dosis de UV-B totales recibidas fueron 5, 10 y 15 kJ/m² (UVB5, UVB10 y UVB15, respectivamente). El control (CTRL) se germinó sin aplicación de UV-B.

2.1 Longitud del hipocótilo

La longitud del hipocótilo se midió en cada día de salida (3, 5, 7 y 10 días) y para cada tratamiento mediante el programa ImageJ. Se tomaron 30 germinados por bandeja y los valores se expresaron en cm.

2.2 Velocidad de crecimiento

Las ecuaciones de la velocidad de crecimiento para cada tratamiento se determinaron mediante una regresión exponencial de los valores obtenidos mediante el programa ImageJ. Además, se determinó la fase exponencial de la curva de crecimiento mediante una regresión lineal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La velocidad de crecimiento de los germinados de col bajo los tratamientos UVB5 y UVB10 fue mayor respecto al CTRL. Tras 5 y 7 días de germinación se observó un incremento del hipocótilo del 88 % para los germinados bajo UVB10 respecto a los germinados CTRL. Además, la longitud del hipocótilo de los germinados bajo las tres dosis de UV-B fue mayor que en el CTRL. Las curvas de crecimiento de los germinados de col roja bajo los diferentes tratamientos estudiados tuvieron un buen ajuste ($R^2 > 0,9$) con una regresión exponencial (Fig. 1).

Las curvas de crecimiento de los germinados estresados con UV-B presentaron una mayor pendiente en su fase exponencial (Fig. 2). Los germinados bajo UVB10 presentaron la mayor pendiente (0,76), mientras que el CTRL presentó la menor pendiente (0,53).

Está descrito que la luz UV-B puede causar respuestas en el desarrollo morfológico de las plantas durante su crecimiento, como la inhibición (5). Sin embargo, en base a los resultados obtenidos, se plantea que, en función de las dosis y tiempo, entre otros factores, es posible que el efecto pueda ser beneficioso induciendo un estrés abiótico que pueda reportar un mayor crecimiento de los germinados con respecto al CTRL.

4. CONCLUSIONES

La aplicación de radiación UV-B durante el crecimiento de los germinados de col incrementó la longitud del hipocótilo y reportó una mayor velocidad de crecimiento. La dosis de 10 kJ/m² UV-B obtuvo los mejores resultados de crecimiento del hipocótilo.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación a la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia a través del Programa Regional de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (Proyecto Ref 20849/PI/18). Se agradece al Ministerio de Economía y Competitividad la concesión de un contrato predoctoral a Noelia Castillejo (FPU/04763).

6. REFERENCIAS

1. Li G, Quiros CF. Genetic analysis, expression and molecular characterization of BoGSL-ELONG, a major gene involved in the aliphatic glucosinolate pathway of Brassica species. *Genetics*. 2002;162(4):1937–43.
2. Kwack Y, Kim KK, Hwang H, Chun C. Growth and quality of sprouts of six vegetables cultivated under different light intensity and quality. *Hortic Environ Biotechnol*. 2015;
3. Moreira-Rodríguez M, Nair V, Benavides J, Cisneros-Zevallos L, Jacobo-Velázquez DA. UVA, UVB light, and methyl jasmonate, alone or combined, redirect the biosynthesis of glucosinolates, phenolics, carotenoids, and chlorophylls in broccoli sprouts. *Int J Mol Sci*. 2017;18(11):1–20.
4. Mewis I, Schreiner M, Nguyen CN, Krumbein A, Ulrichs C, Lohse M, et al. UV-B irradiation changes specifically the secondary metabolite profile in broccoli sprouts: Induced signaling overlaps with defense response to biotic stressors. *Plant Cell Physiol*. 2012;53(9):1546–60.
5. Yadav A, Singh D, Lingwan M, Yadukrishnan P, Masakapalli SK, Datta S. Light signaling and UV-B-mediated plant growth regulation. *J Integr Plant Biol*. 2020;62(9):1270–92.

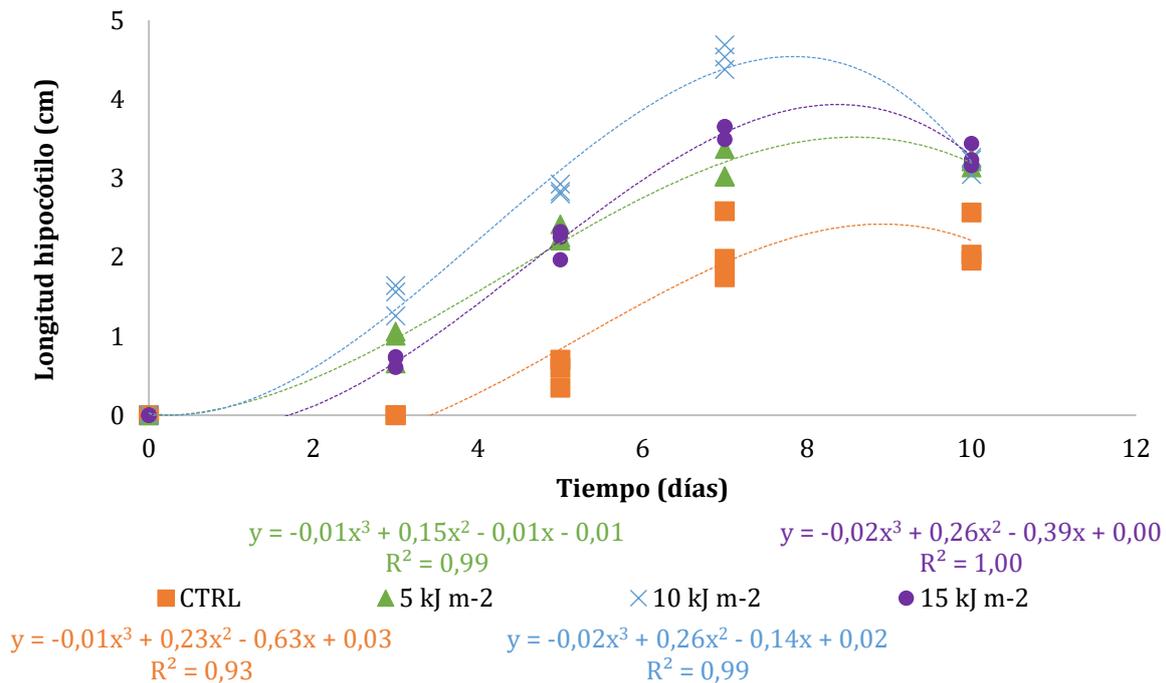


Figura 1. Curva de crecimiento del hypocótilo de los germinados de col roja a los 3, 5, 7 y 10 días tras la aplicación de diferentes dosis de UV-B (5, 10 y 15 kJ m⁻²) y un control sin radiación (CTRL).

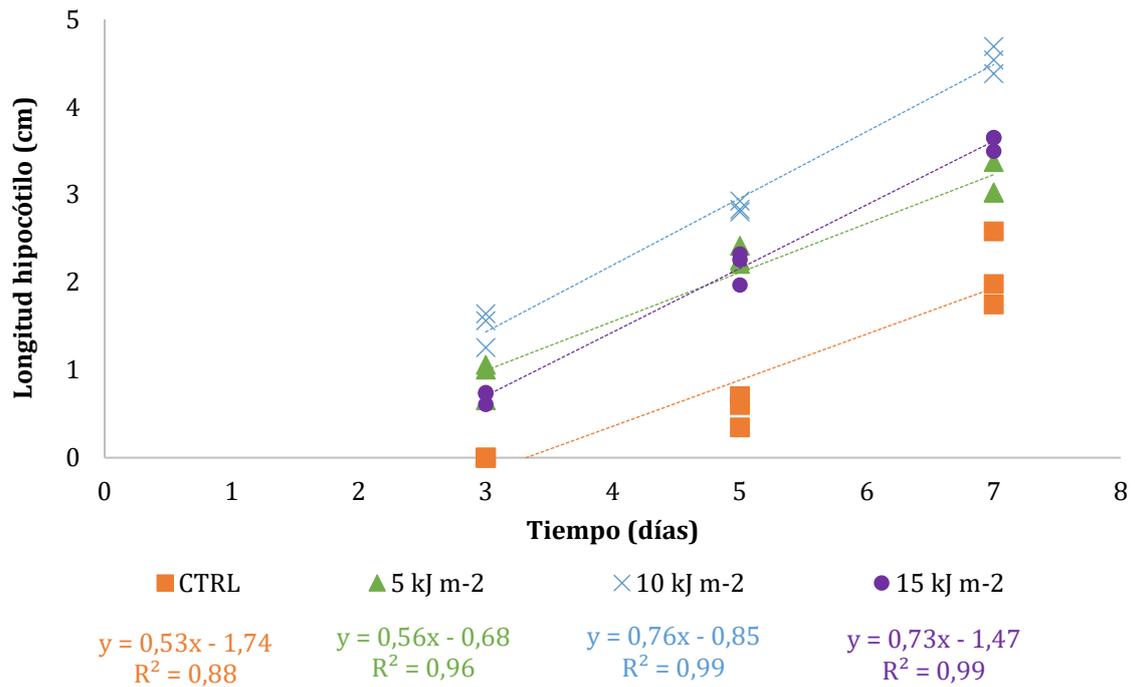


Figura 2. Pendiente de la fase exponencial de la curva de crecimiento del hipocótilo de los germinados de col roja a los 3, 5, 7 y 10 días tras la aplicación de diferentes dosis de UV-B (5, 10 y 15 kJ m⁻²) y un control sin radiación (CTRL).