

## Influence of methyl jasmonate during white mustard sprouting

## Influencia del metil jasmonato durante la germinación de semillas de mostaza

N. Castillejo<sup>1,2\*</sup>, G.B. Martínez-Hernández<sup>1,2</sup>, F.D. Miranda-Molina<sup>1,3</sup>, T.V. Klug<sup>2</sup>, P. Gómez<sup>2</sup>, F. Artés<sup>1,2</sup>, F. Artés-Hernández<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Postharvest and Refrigeration Group, Department of Agronomical Engineering. Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, Murcia. Spain

<sup>2</sup>Institute of Plant Biotechnology, Campus Muralla del Mar. UPCT. 30202. Cartagena, Murcia. Spain

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Mexico- Texcoco km 38,5, Chapingo, 56230, Texcoco de Mora. Mexico

\*noelia.castillejo@upct.es

### **Abstract**

In recent years there has been a notable interest in sprouts for being very nutritious and healthy products. The sprouts are richer in bioactive compounds than the developed plant. The propose of this work was to study the effect of methyl jasmonate (MJ), as a chemical elicitor, during the germination of mustard seeds under the normal light and dark conditions. The CTRL sprouts had the longest hypocotyl length under both light (6.31) and dark (9.51 cm) conditions, while the different concentrations of MJ resulted in a decrease of the hypocotyl length, being greater under the light condition. The percentage of germination in the CTRL was 97.3% in both light and dark conditions while with MJ they tended to decrease to values of 93.5-95% in dark condition. However, the germination percentage remained constant in light conditions. According to these preliminary data, MJ did not significantly influence in the productivity, being therefore very interesting its study as abiotic stress to enhance bioactive compounds in future trials.

**Keywords:** *Sinapis alba*; photoperiod; elicitor; cruciferous.

### **Resumen**

En los últimos años se ha experimentado un notable interés en los germinados de semillas por ser productos muy nutritivos y saludables, siendo incluso más ricos en compuestos beneficiosos para la salud que la planta desarrollada como es el caso de las crucíferas. El presente trabajo estudia el efecto del metil jasmonato (MJ), como elicitor químico, durante la germinación de brotes de mostaza en condiciones de ciclo de luz normal y oscuridad. Los germinados CTRL presentaron la mayor longitud de hipocótilo tanto bajo condiciones de luz (6,31 cm) como de oscuridad (9,51 cm), mientras que las diferentes concentraciones de MJ supusieron una disminución, siendo mayores bajo la condición de luz. El porcentaje de germinación en el CTRL fue del 97,3% tanto en condiciones de luz y oscuridad mientras que con MJ disminuyeron hasta valores de 93,5-95% en condición de oscuridad. Mientras, que en condiciones de luz se mantuvo constante. Según estos datos preliminares, el MJ no influyó significativamente en la productividad, siendo por tanto muy interesante su estudio como estrés abiótico para potenciar los compuestos bioactivos en futuros ensayos.

**Palabras clave:** *Sinapis alba*; fotoperiodo; elicitor; crucíferas.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción y el consumo de germinados ha suscitado un gran interés en los últimos años debido a su alto valor nutritivo incluyendo aminoácidos, fibra, vitaminas y, fenoles, entre otros. Los germinados son un ejemplo de “alimentos funcionales” ya que están asociados a la reducción de ciertas enfermedades [1]. Los germinados tienen un ciclo de crecimiento corto (4 a 10 días) y normalmente crecen en oscuridad sin fertilizantes ni agroquímicos. Son comestibles en su totalidad incluyendo las raíces [2].

El consumo de crucíferas reduce el riesgo de cáncer, enfermedades degenerativas y modulación de los trastornos metabólicos relacionados con la obesidad [3]. Se ha demostrado que los germinados de crucíferas tienen un mayor contenido de compuestos bioactivos en comparación con la planta adulta [4]. Estos beneficios son aprovechados mayormente cuando las crucíferas se consumen crudas, como los germinados, evitando la degradación de la enzima mirosinasa que es necesaria para hidrolizar los glucosinolatos a isotiocianatos [5].

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de mostaza blanca (*Sinapis alba*), compradas en Batlle S.A., (Barcelona, Spain) se germinaron en placas Petri de 13,5 cm de diámetro con fibra de coco. En cada placa se dispusieron aproximadamente 200 semillas de mostaza, constituyendo cada placa Petri una repetición. Las condiciones de germinación fueron 9 días a 25°C bajo dos fotoperiodos diferentes uno de luz (24 horas) y otro de oscuridad (24 horas). Para la germinación, se añadió agua (CTRL), o agua incluyendo el elicitador químico, metil jasmonato (MJ), en forma de spray cada 12 horas. El MJ se aplicó en diferentes concentraciones (10, 25, 50 y 100 µM).

### 2.1 Longitud del hipocótilo

La longitud del hipocótilo fue medida cada día de salida, 0, 3, 6 y 9 días. Para ello, se tomaron 20 germinados por placa y se evaluaron en cada salida.

### 2.2 Porcentaje de germinación

El número de semillas viables se contabilizaron tras la germinación, teniendo en cuenta el número inicial de semillas y el número de ellas que finalmente germinaron adecuadamente. Para ello se aplicó la siguiente ecuación:

$$\%germinación = \frac{\text{nº de semillas germinadas}}{200} \times 100$$

### 2.3 Estadística

El experimento fue un diseño de dos factores (tratamiento × condición de germinación) sujeto a análisis de varianza (ANOVA) usando el software Statgraphics Plus (vs. 5.1, Statpoint Technologies Inc., Warrenton, USA). La significación estadística se evaluó en el nivel  $p=0,05$ , y se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey para separar las medias.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de germinación de las semillas de mostaza CTRL fue de 97,3% tanto en condiciones de luz como de oscuridad (Fig. 1). Sin embargo, en los germinados tratados con MJ se observó una tendencia a disminuir en condiciones de oscuridad con respecto a las condiciones de luz, excepto en MJ10 (MJ en concentración de 10 µM), que es la concentración más baja aplicada.

Los germinados CTRL fueron los que mayor longitud presentaron tanto en condiciones de luz (6,31 cm) como de oscuridad (9,51 cm) con respecto al MJ (Tabla 1). Según Yan et al. [6] el MJ es considerado un inhibidor de la apertura de los estomas, de la actividad fotosintética y del

crecimiento de la planta. Además, según Keramat et al. [7] concentraciones bajas de MJ aumentan la respuesta contra factores de estrés abióticos.

#### 4. CONCLUSIONES

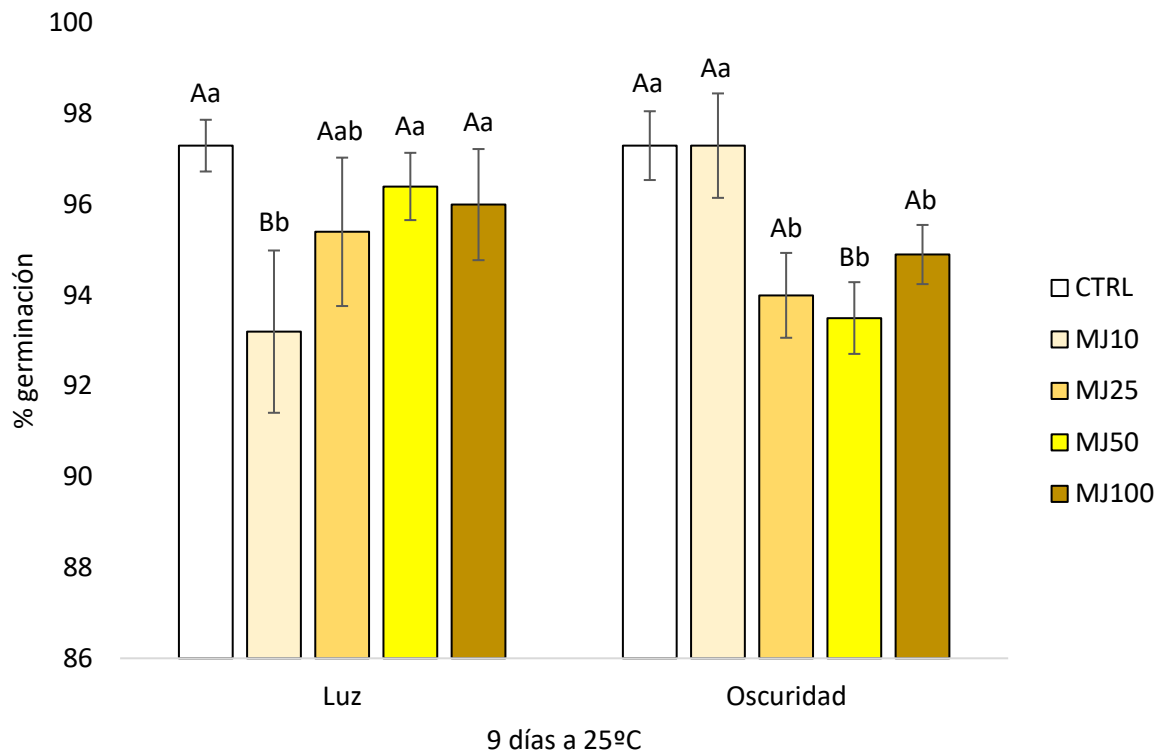
El estrés abiótico inducido en la germinación de mostaza mediante el elicitor químico MJ en condiciones de oscuridad no mostró diferencias de crecimiento en longitud relevantes frente al CTRL. La mayor dosis de MJ aplicada en oscuridad indujo mayor crecimiento en longitud de los germinados. El tratamiento CTRL en oscuridad junto con el tratamiento MJ10 obtuvieron los mayores porcentajes de germinación. Sin embargo, en luz sólo el tratamiento MJ10 obtuvo un porcentaje de germinación significativamente menor al resto.

#### 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 igualmente al Ministerio de Economía y Competitividad la concesión de un contrato predoctoral a Noelia Castillejo (FPU/04763).

#### 6. REFERENCIAS

- [1] Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., Zachwieja, Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*, 115(3), 994-998.
- [2] Di Gioia F., Renna M., Santamaria P. 2017. Sprouts, Microgreens and “Baby Leaf” Vegetables. In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, 2<sup>nd</sup> ed, F. Yildiz, R.C. Wiley, eds. (Springer US). Pp.403-432.
- [3] Baenas, N., Suárez-Martínez, C., García-Viguera, C., & Moreno, D. A. 2017. Bioavailability and new biomarkers of cruciferous sprouts consumption. *Food research international*, 100, 497-503.
- [4] Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. 2011. Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. *Food Chemistry*, 125(2), 348-354.
- [5] Angelino, D., Jeffery, E. 2014. Glucosinolate hydrolysis and bioavailability of resulting isothiocyanates: Focus on glucoraphanin. *Journal of Functional Foods*, 7, 67-76.
- [6] Yan, Z., Zhang, W., Chen, J., and Li, X. (2015). Methyl jasmonate alleviates cadmium toxicity in *Solanum nigrum* by regulating metal uptake and antioxidative capacity. *Biol. Plant* 59, 373-381.
- [7] Keramat, B., Kalantari, K. M., and Arvin, M. J. (2009). Effects of methyl jasmonate in regulating cadmium induced oxidative stress in soybean plant (*Glycine max* L.). *Afr. J. Microbiol. Res.* 31, 240-244.



**Figura 1.** Porcentaje de germinación de la mostaza blanca bajo condiciones de crecimiento de luz y oscuridad durante 9 días a 25°C. Letras mayúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre condiciones de crecimiento para un mismo tratamiento. Letras minúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para la misma condición de crecimiento.

**Tabla 1.** Longitud (cm) del hipocótilo de los germinados de mostaza tras 9 días a 25°C. Letras mayúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre condiciones de crecimiento para un mismo tratamiento. Letras minúsculas diferentes denotan diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los tratamientos para la misma condición de crecimiento.

Tratamientos	Luz	Oscuridad
CTRL	$6,31 \pm 0,07^B_a$	$9,51 \pm 0,52^A_a$
MJ10	$4,06 \pm 0,05^B_c$	$8,30 \pm 0,26^A_c$
MJ25	$4,22 \pm 0,04^B_b$	$6,41 \pm 0,57^A_e$
MJ50	$3,31 \pm 0,05^B_e$	$6,87 \pm 0,31^A_d$
MJ100	$3,47 \pm 0,21^B_d$	$9,11 \pm 0,19^A_b$