



Agrociencia

ISSN: 1405-3195

agrocien@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Gutiérrez Rodríguez, Mario; San Miguel Chávez, Rubén; Aristeo Cortés, Pedro; Larqué Saavedra, Alfonso

efecto del dimetilsulfóxido en el peso fresco de rábano y betabel.

Agrociencia, vol. 37, núm. 3, mayo-junio, 2003, pp. 237-240

Colegio de Postgraduados

Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30237303>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# EFECTO DEL DIMETILSULFÓXIDO EN EL PESO FRESCO DE RÁBANO Y BETABEL

## EFFECT OF DIMETHYL SULPHOXIDE IN THE FRESH WEIGHT OF RADISH AND BEET PLANTS

Mario Gutiérrez-Rodríguez<sup>1</sup>, Rubén San Miguel-Chávez<sup>1</sup>, Pedro Aristeo-Cortés<sup>1</sup> y Alfonso Larqué-Saavedra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialidad de Botánica. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km. 36.5. 56230, Montecillo, Estado de México. <sup>2</sup>Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130, Chuburná de Hidalgo. 97200. Mérida. Yucatán, México. Tel.: (52) 999-981-3919; Fax: 999-981-3914, 981-3921 ext. 121 (larque@cicy.mx)

### RESUMEN

Se asperjó dimetilsulfóxido (DMSO) en el dosel de plántulas de betabel (*Beta vulgaris* L. cv. Fort Giant) y rábano (*Raphanus sativus* L. cv. Champion) cultivadas en un invernadero, para evaluar su efecto en el peso fresco de estas plantas. Las concentraciones de DMSO aplicadas oscilaron entre  $3.7 \times 10^{-2}$  y  $3.7 \times 10^{-8}$  M; en el grupo testigo se colocó agua. Los resultados indicaron que el DMSO incrementó significativamente el peso fresco de ambas especies. El tubérculo de ambas aumentó de manera significativa (hasta 100% para rábano y 38% para betabel). DMSO incrementó el peso fresco del dosel hasta 100% para rábano y 47% para betabel. El contenido de clorofila y la tasa de fotosíntesis neta no fueron afectados por la aplicación de DMSO.

**Palabras clave:** Betabel, rábano.

### INTRODUCCIÓN

El dimetilsulfóxido es un compuesto orgánico que se ha probado como solvente de compuestos químicos, tales como oxitetraciclinas, para reducir las manchas bacterianas en duraznos (Keil, 1967), o como acarreador de fierro para reducir deficiencias en cítricos y uvas (Leonard, 1967; Leake, 1967; Smale *et al.*, 1975). Fungicidas como benomil, thiabendazole o tiomersal, han sido disueltos en DMSO y aplicados en diferentes plantas (Voutsinas *et al.*, 1997).

Rute y Butenko (1981) reportaron que este compuesto incrementa la proporción de flores femeninas en calabaza y Lang (1986)<sup>3</sup> encontró que el DMSO afecta la retención de vainas en frijol. Este compuesto incrementa la división celular y crecimiento de protoplastos y callos de *Hibiscus oryza* (Li-Rong *et al.*, 1998; Song and Park, 1999). Prik'ko and Kushinski (1978) observaron efectos positivos del DMSO en la producción de tubérculos.

<sup>3</sup> Lang, O. F. P. 1986. Reguladores de crecimiento VIII: Efectos del ácido acetilsalicílico y/o dimetilsulfóxido en el rendimiento agronómico de *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.

Recibido: Junio, 2001. Aprobado: Abril, 2003.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 37: 237-240. 2003.

### ABSTRACT

Dimethyl sulphoxide (DMSO) was sprayed on shoots of beet (*Beta vulgaris* L. cv. Fort Giant) and radish (*Raphanus sativus* L. cv. Champion) grown in a greenhouse, to determine its effect on fresh weight of these plants. Concentrations of DMSO applied ranged between  $3.7 \times 10^{-2}$  M and  $3.7 \times 10^{-8}$  M; water was applied for the control group. Results indicated that DMSO significantly increased fresh weight in both plant species. Tuber for both species increased significantly: for radish up to 100%, and for beet 38%. DMSO increased shoot weight up to 100% for radish and 47% for beet. Neither chlorophyll content nor net photosynthesis rate were affected by DMSO.

**Key words:** Beet, radish.

### INTRODUCTION

Dimethyl sulphoxide is an organic composite used as a solvent of chemical compounds, such as oxytetracyclines, to reduce bacterial spots in peaches (Keil, 1967), or as an iron carrier to reduce deficiencies in citrus and grapes (Leonard, 1967; Leake, 1967; Smale *et al.*, 1975). Fungicides such as benomil, thiabendazole or thiomersal, have been dissolved in DMSO and applied to different plants (Voutsinas *et al.*, 1997).

Rute and Butenko (1981) reported that this compound increased the proportion of feminine flowers in pumpkins and Lang (1986)<sup>3</sup> found that DMSO had an effect on pod retention in beans. This compound increases cell division and the growth of protoplasts and callos tissue in *Hibiscus oryza* (Li-Rong *et al.*, 1998; Song and Park, 1999). Prik'ko and Kushinski (1978) observed positive effects of DMSO on the production of tubers.

Gutiérrez-Coronado *et al.* (1998) found that salicylic acid increases the bioproductivity of soy, most particularly its radical development; therefore, a decision

Gutiérrez-Coronado *et al.* (1998), encontraron que el ácido salicílico incrementa la bioproduktividad de soya, y específicamente su desarrollo radical; por tanto se decidió probar otro compuesto con propiedades fisiológicas semejantes, como el DMSO. El estudio se llevó a cabo con dos especies de interés hortícola que producen tubérculos. Estas plantas son suficientemente robustas para evaluar el posible efecto que DMSO pudiera tener en el crecimiento radical.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron semillas de betabel y rábano en bolsas tubulares de polietileno (10 cm diámetro; 60 cm longitud) llenadas con 6.0 kg de una mezcla de suelo (70%) con agrolita (30%), enriquecida con 100 mL de una solución de fertilizante que contenía 0.87 g de nitrato de amonio, 0.42 g de superfosfato triple, y 0.24 g de cloruro de potasio. Las plantas fueron cultivadas en un invernadero: periodos de luz/obscuridad cercanos a 12h; temperatura máxima 30 °C y mínima 12 °C; humedad relativa máxima 85% y mínima 40%.

Los tubos que contenían plántulas similares en su desarrollo fueron dispuestos de acuerdo con un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento. Las plántulas, a los 14 ó 16 días después de sembradas, fueron asperjadas hasta el punto de goteo con las soluciones de tratamiento; cinco días después se repitió la aspersión.

Las soluciones con dimetilsulfóxido (DMSO; Merk) fueron asperjadas a concentraciones de  $3.7 \times 10^{-2}$ ,  $3.7 \times 10^{-4}$ ,  $3.7 \times 10^{-6}$ , y  $3.7 \times 10^{-8}$ M; y se utilizó un grupo testigo con agua destilada. En todos los casos se agregaron dos gotas de Tween-20 como surfactante.

La fotosíntesis neta ( $A_n$ ) se midió con un sistema portátil de analizador de gases infrarrojo (IRGA; marca LCA-2, ADC) en hojas jóvenes totalmente desarrolladas. Se seleccionaron al azar cinco plantas de cada tratamiento en las cuales se hicieron las mediciones entre las 12:00 y 14:00 h, cuando está presente la mayor radiación lumínica. Las mediciones se efectuaron en plantas de 33 d para rábano y 35 d para betabel.

La concentración de clorofila se determinó *in situ* en las mismas hojas en las que se midió fotosíntesis. Se siguió el método de Marquard y Tripton (1987), que utiliza un medidor de clorofila marca Minolta SPAD-502.

La cosecha se realizó manualmente antes de la floración, a los 34 d de edad en rábano, y a los 78 d en betabel. El peso se midió con una balanza granataria Sartorius, y el volumen por desplazamiento de agua en una probeta.

Algunas variables (\*Cuadros 1, 2, 3 y 4) se analizaron con el método de Kruskal Wallis, y las comparaciones múltiples con la prueba de Student-Newman-Keuls, debido a problemas de normalidad y heterogeneidad de varianzas. En las tablas de análisis de varianzas elaboradas para medir los efectos lineal y cuadrático, se usaron polinomios ortogonales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos en el peso y volumen en las dos especies hortícolas se presenta en los Cuadros 1 y

was made to test another compound with similar physiological properties, such as DMSO. The study was carried out on two species of some importance in horticulture, which produce tubers. These plants are sufficiently robust to determine the possible effect of DMSO on radical growth.

### MATERIALS AND METHODS

Beet and radish seeds were planted in polythene tubular bags (10 cm diameter; 60 cm long) filled with 6.0 kg of a mixture of soil (70%) with agrolite (30%), enriched with 100 mL of a fertilizer containing 0.87 g of ammonium nitrate, 0.42 g of triple superphosphate, and 0.24 g of potassium chloride. The plants were grown in a greenhouse: periods of light and darkness close to 12 h; maximum temperature 30 °C and minimum 12 °C; maximum relative humidity 85% and minimum 40%.

The tubes containing plantlets with similar development were distributed according to a completely random design with 10 repetitions per treatment. Plantlets, 14 or 16 days after planting, were sprayed with the treatment solutions; this was repeated five days later.

The solutions containing dimethyl sulphoxide (DMSO; Merk) were sprayed at concentrations of  $3.7 \times 10^{-2}$ ,  $3.7 \times 10^{-4}$ ,  $3.7 \times 10^{-6}$ , and  $3.7 \times 10^{-8}$ M; and distilled water was used on a control group. In all cases two drops of Tween-20 were added as surfactant.

Using a portable system of infra-red gas analysis (IRGA; LCA-2, ADC) net photosynthesis ( $A_n$ ) was measured in completely developed young leaves. Five plants were randomly chosen from each treatment, and measurements were taken between 12:00 and 14:00 h, when light radiation is at its highest. The measurements were carried out after 33 d in the radish plants and 35 d in the beet plants.

The concentration of chlorophyll was determined *in situ* from the same leaves selected for the measurement of photosynthesis. The method by Marquard and Tripton (1987) was followed, using a Minolta SPAD-502 chlorophyll measurer.

Harvesting was carried out manually before flowering, at 34 d for radish and at 78 d for beet. Weight was measured using a granatarian Sartorius scale, and volume by water displacement in a test tube.

Some variables (\*Tables 1, 2, 3 and 4) were analyzed with the Kruskal Wallis method, and multiple comparisons were carried out with the Student-Newman-Keuls test, due to non-normality and heterogeneity of variances. In the variance analysis tables done to measure linear and squared effects, orthogonal polynomials were used.

### RESULTS AND DISCUSSIONS

The effect of these treatments on weight and volume in the two horticultural species is shown in Tables 1 and 2. Results on radish plants (Table 1) show that DMSO has a significant effect on weight and volume of the tuber, as compared to control. The dose-response curve for fresh weight showed significant coefficients

**Cuadro 1. Efecto del DMSO en el peso fresco de rábano cv. Champion a 34 d de la siembra.**  
**Table 1. Effect of DMSO on the fresh weight of radish cv. Champion 34 days after planting.**

Tratamiento	Tubérculo		Dosel
	Peso fresco (*) (g)	Volumen (*) (cm <sup>3</sup> )	Peso fresco (g)
Testigo-agua	4.2 ± 0.4 c	3.8 ± 0.3 c	1.9 ± 0.1 c
3.7×10 <sup>-8</sup> DMSO	3.0 ± 0.2 b	2.1 ± 0.1 b	2.6 ± 0.1 bc
3.7×10 <sup>-6</sup> DMSO	6.1 ± 0.8 a	7.1 ± 0.6 a	3.5 ± 0.3 a
3.7×10 <sup>-4</sup> DMSO	7.0 ± 0.8 a	5.9 ± 0.7 a	3.4 ± 0.2 ab
3.7×10 <sup>-2</sup> DMSO	8.7 ± 1.2 a	7.8 ± 1.0 a	4.1 ± 0.3 a

Valores en una columna con la misma literal, no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.01$ ) ♦ Values in one column with the same literal, are not statistically different ( $p \leq 0.01$ ).

**Cuadro 2. Efecto del DMSO en el peso fresco de betabel cv. Champion a 78 d de la siembra.**  
**Table 2. Effect of DMSO on the fresh weight of beet cv. Champion 78 days after planting.**

Tratamiento	Tubérculo		Dosel
	Peso fresco (*) (g)	Volumen (*) (cm <sup>3</sup> )	Peso fresco (g)
Testigo-agua	113.6 ± 11.2 b	106.6 ± 10.4 b	78.3 ± 6.0 b
3.7×10 <sup>-8</sup> DMSO	154.0 ± 14.8 a	151.0 ± 15.2 a	106.6 ± 7.6 ab
3.7×10 <sup>-6</sup> DMSO	123.6 ± 7.2 ab	120.5 ± 6.5 ab	82.7 ± 8.1 b
3.7×10 <sup>-4</sup> DMSO	157.1 ± 22.3 a	151.0 ± 22.4 a	115.3 ± 18.1 a
3.7×10 <sup>-2</sup> DMSO	135.6 ± 6.5 ab	130.3 ± 8.0 ab	91.3 ± 5.4 ab

Valores en una columna con la misma literal, no son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.01$ ) ♦ Values in one column with the same literal, are not statistically different ( $p \leq 0.01$ ).

2. Los tratamientos con DMSO incrementaron el peso y volumen de los tubérculos. Los resultados (Cuadro 1) muestran que DMSO afecta significativamente el peso y el volumen del rábano, en comparación con el testigo. La curva dosis-respuesta para peso fresco tuvo coeficientes significativos para los efectos lineal ( $p=0.012$ ) y cuadrático ( $p=0.01$ ), al igual que para volumen (lineal,  $p=0.01$ ; cuadrático,  $p=0.01$ ). Además, DMSO a una concentración de  $3.7 \times 10^{-2} \text{M}$  puede incrementar hasta en 100% el peso y el volumen del tubérculo, pero una concentración muy baja ( $3.7 \times 10^{-8} \text{M}$ ) puede reducir su peso y volumen (Cuadro 1). La parte aérea del rábano también incrementó su peso fresco por efecto del DMSO, y el patrón de la curva dosis-respuesta fue cuadrático ( $p < 0.01$ ), llegando a duplicarse la biomasa al aplicar  $3.7 \times 10^{-2} \text{M}$  de DMSO.

Para betabel, el peso fresco y volumen del tubérculo se incrementó significativamente con DMSO, en todas las concentraciones probadas. Dicho estímulo, sin embargo, resultó menor que para rábano. Es importante resaltar que una concentración tan baja como  $3.7 \times 10^{-8} \text{M}$ , tuvo un efecto no diferente a las otras concentraciones de DMSO. El peso fresco de la parte aérea de las plantas de betabel también fue estimulado significativamente por los tratamientos con DMSO, con un patrón similar al encontrado para sus tubérculos. Aunque pudo apreciarse una respuesta en betabel al uso del DMSO, éste es difícil de explicar, puesto que el término significativo en el polinomio es el cúbico (Cuadro 2).

for linear ( $p=0.012$ ) and quadratic ( $p=0.01$ ) effects; a similar result was observed for volume (lineal,  $p=0.01$ ; quadratic  $p=0.01$ ). Besides, DMSO at a concentration of  $3.7 \times 10^{-2} \text{M}$ , may increase weight and volume of the tuber by 100%, but at a very low concentration ( $3.7 \times 10^{-8} \text{M}$ ) it may reduce its weight and volume (Table 1). The shoots of the radish plant also showed an increase in fresh weight due to the effect of DMSO, and the pattern of the dose-response curve was quadratic ( $p < 0.01$ ), with a doubling of biomass as a result of treatment at a concentration of  $3.7 \times 10^{-2} \text{M}$ .

For beet, tuber fresh weight and volume showed a significant increase due to treatment with DMSO, at all the concentrations tested. Such stimulus, however, was lower than for radish. It is important to point out that the effect of concentrations as low as  $3.7 \times 10^{-8} \text{M}$  was not different to the other DMSO concentrations. The fresh weight of the shoots of the beet plant was also significantly stimulated by all the treatments with DMSO, showing a pattern similar to that found for the tubers. Even when a response in beets was found; it is difficult to explain, since the significant coefficient in the polynomial is the cubic one (Table 2).

The increases in fresh weight and volume of the tuber and fresh weight of the aerial part of the plant with DMSO treatment, in the two horticultural species used in this experiment, can not be explained by the results of photosynthesis and chlorophyll content (Tables 3 and 4).

Los incrementos de peso fresco y volumen del tubérculo y del peso fresco de la parte aérea por el tratamiento con DMSO, en las dos especies hortícolas utilizadas en el presente experimento, no pueden explicarse por los resultados de fotosíntesis y contenido de clorofila (Cuadros 3 y 4). Los datos indican que estas variables no fueron estimuladas por los tratamientos con DMSO.

Respecto al peso fresco y volumen de los tubérculos, es posible que su incremento se deba a un aumento en la absorción y retención de agua y nutrientes favorecidos por el DMSO. En condiciones *in vitro* el DMSO favorece la división celular (Li-Rong *et al.*, 1998; Song and Park, 1999), lo que explicaría los resultados del presente trabajo.

Finalmente, estudiar la función fisiológica del DMSO en plantas puede ser tan importante como lo es en animales, como se ha demostrado para salicilatos, porque puede tener un efecto benéfico en la producción agrícola.

#### AGRADECIMIENTOS

Trabajo apoyado por CONACYT proyecto no. 33647-B. A la Sra. Silvia Vergara Yoisura, por su apoyo en la captura del manus-

**Cuadro 3. Efecto del DMSO en la tasa de fotosíntesis neta ( $A_n$ ) y contenido de clorofila en plantas de rábano a 33 d de la siembra.**

**Table 3. Effect of DMSO on the net photosynthesis rate ( $A_n$ ) and chlorophyll content in radish plants 33 days after planting.**

Tratamiento	$A_n$ ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Clorofila (*)
Testigo-agua	18.9 $\pm$ 0.8	38.9 $\pm$ 0.9 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-8</sup> DMSO	14.5 $\pm$ 1.5	37.0 $\pm$ 0.6 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-6</sup> DMSO	20.6 $\pm$ 1.7	38.0 $\pm$ 2.9 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-4</sup> DMSO	15.0 $\pm$ 2.9	37.8 $\pm$ 1.6 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-2</sup> DMSO	16.1 $\pm$ 2.9	40.7 $\pm$ 2.0 a

No hubo diferencias ( $p \leq 0.01$ ) \* There were no significant differences ( $p \leq 0.01$ ).

**Cuadro 4. Efecto del DMSO en la tasa de fotosíntesis neta ( $A_n$ ) y contenido de clorofila en plantas de betabel a 35 d de la siembra.**

**Table 4. Effect of DMSO on the net photosynthesis rate ( $A_n$ ) and chlorophyll content in beet plants 35 days after planting.**

Tratamiento	$A_n$ ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Clorofila (*)
Testigo-agua	14.0 $\pm$ 1.7	38.9 $\pm$ 0.6 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-8</sup> DMSO	15.7 $\pm$ 0.5	40.7 $\pm$ 1.1 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-6</sup> DMSO	15.9 $\pm$ 1.1	40.1 $\pm$ 1.2 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-4</sup> DMSO	17.7 $\pm$ 0.3	42.9 $\pm$ 1.1 a
3.7 $\times$ 10 <sup>-2</sup> DMSO	13.3 $\pm$ 2.8	38.4 $\pm$ 1.3 a

No hubo diferencias ( $p \leq 0.01$ ) \* There were no significant differences ( $p \leq 0.01$ ).

Data show that these variables were not stimulated by the DMSO treatments.

In relation to the increased fresh weight and volume of the tubers, this could be due to an increase in the absorption and retention of water and nutrients favoured by DMSO. Under *in vitro* conditions, DMSO favours cellular division (Li-Rong *et al.*, 1998; Song and Park 1999), which could explain the results of this work.

Finally, to study of physiological role of DMSO in plants may be as important as it is in animals, as has been shown for salicylates, because it may have a beneficial effect on agricultural production.

—End of the English version—



crito y al L.M. Felipe R. Tuz Poot en el análisis estadístico de los datos.

#### LITERATURA CITADA

- Gutiérrez-Coronado, M. A., C. Trejo-López and A. Larqué-Saavedra. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybeans. *Plant Physiol. Biochem.* 36:563-565.
- Keil, H. L. 1967. Enhanced bacterial spot control on peach when dimethyl sulphoxide is combined with sprays of oxytetracycline. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 141:131-138.
- Leake, C. D. 1967. Biological actions of dimethylsulfoxide. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 141:1-2.
- Leonard, C. D. 1967. Use of dimethyl sulfoxide as a carrier for iron in nutritional foliar sprays applied to citrus. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 141:148-158.
- Li-Rong B., Pandey M. P., Garg G. K., Pandey S. K., and Dwivedi D. K. 1998. Development of a technique for *in vitro* unpollinated ovary culture in rice, *Oryza sativa* L. *Euphytica.* 104: 3, 159-166.
- Marquard, R. D., and J. L. Tipton. 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an "in situ" method to estimate leaf greenness. *Hortscience* 22(6): 1327.
- Prik'ko, N. V., and M. F. Kushinski. 1978. Increasing sugar beet productivity by applying dimethylsulfoxide. *Khimiya u Sel'skom khozyaisture.* 16: 68-78.
- Rute, T. N., and R. G. Butenko. 1981. Effect of physiologically active substance on sex expression in cucumber plants *in vitro* conditions. *Piziologiya Rastenii* 28: 1190-1197.
- Smale, B. C., N. J. Lasate, and B. T. Hunter. 1975. Fate and metabolism of dimethylsulfoxide in agricultural crops. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 243: 228-236.
- Song, K., and H. G. Park. 1999. Plant regeneration through protoplast culture in *Hibiscus syriacus* L. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 40:1, 93-98.
- Voutsinas, G., F. E. Zarani, and A. Kappas 1997. The effect of environmental aneuploidy-inducing agents on the microtubule architecture of mitotic meristematic root cells in *Hordeum vulgare*. *Cell-Biology-International* 21: 411-418.