

# Contenido de clorofilas totales y malondialdehído en *Phaseolus vulgaris* L. en respuesta a estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000

Milady F Mendoza-Rodríguez<sup>1\*</sup>, Novisel Veitía<sup>1</sup>, Luis Rojas<sup>1</sup>, Damaris Torres<sup>1</sup>, Samuel Hernández-Machado<sup>1</sup>, Richard Josué García González<sup>1,2</sup>, Marilyn Hernández<sup>1</sup>, Leonardo Rivero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

## RESUMEN

El estrés hídrico afecta procesos fisiológicos y bioquímicos en plantas de *Phaseolus vulgaris* L. lo cual incide negativamente en su crecimiento y desarrollo. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de clorofilas totales y malondialdehído en respuesta a estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000 en plantas de frijol común obtenidas de semillas germinadas *in vitro*. Se utilizaron las concentraciones de 6% y 8% de PEG-6000 y los cultivares 'BAT-93' y 'Tío Canela-75'. Se colocaron semillas de cada cultivar en tubos de ensayo que contenían la solución correspondiente. Como control se empleó agua desionizada estéril. A los siete días de germinadas las semillas se determinó el contenido de clorofilas totales y de malondialdehído (MDA). Bajo condiciones de estrés hídrico inducido con PEG-6000, la respuesta en el cultivar 'BAT-93' se caracterizó por una disminución en los valores de clorofilas totales y un aumento de los valores de malondialdehído (MDA) mientras que, en el cultivar 'Tío Canela-75' aumentaron las dos variables. Los resultados tributan al desarrollo de estrategias de selección en el programa de mejoramiento genético de frijol común, en condiciones de estrés hídrico previo a los ensayos de campo.

**Palabras clave:** estrés abiótico, frijol común, germinación *in vitro*

## Total chlorophyll and malondialdehyde content in *Phaseolus vulgaris* L. in response to water stress *in vitro* induced with PEG-6000

### ABSTRACT

Water stress affects physiological and biochemical processes in *Phaseolus vulgaris* L. plants, negatively affecting their growth and development. The objective of this study was to determine the total chlorophyll and malondialdehyde content in response to water stress induced *in vitro* with PEG-6000 in common bean plants obtained from *in vitro* germinated seeds. Concentrations of 6% and 8% PEG-6000 and the cultivars 'BAT-93' and 'Tío Canela-75' were used. Seeds of each cultivar were placed in test tubes containing the corresponding solution. Sterile deionized water was used as a control. Seven days after germination, total chlorophyll and malondialdehyde (MDA) contents were determined. Under PEG-6000-induced water stress, the response of cultivar 'BAT-93' was characterized by a decrease in total chlorophyll values and an increase in malondialdehyde (MDA) values, while the response of cultivar 'Tío

### Editora:

Yelenys Alvarado-Capó  
Instituto de  
Biotecnología de las  
Plantas, Universidad  
Central Marta Abreu de  
Las Villas.

### \*Correspondencia:

e-mail:  
milady@ibp.co.cu

**Recibido:** 05-11-2023

**Aceptado:** 09-01-2024

### Copyright:

Este es un artículo de  
acceso abierto  
distribuido bajo una  
Licencia Creative  
Commons Atribución-  
NoComercial 4.0  
Internacional (CC BY-NC  
4.0)  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> Está permitido  
su uso, distribución o  
reproducción citando la  
fuente original y los  
autores.

Canela-75' increased both variables. These results contribute to the development of selection strategies in the common bean genetic improvement program under water stress conditions prior to field trials.

**Keywords:** abiotic stress, common bean, *in vitro* germination

## INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico es uno de los factores abióticos más importantes que limita el crecimiento y la productividad de los cultivos (Nadeem *et al.*, 2019).

En Cuba, la escasez de agua tiene un impacto directo en la agricultura (Polón *et al.*, 2014). Es por ello que el mejoramiento genético y uso de cultivares de frijol común con tolerancia a dicho factor se ha convertido en el mayor desafío para incrementar la productividad del cultivo.

En este contexto, la aplicación de técnicas de cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales ofrece cuantiosas ventajas respecto a los problemas asociados con las estrategias de mejoramiento genético convencionales (Pratap *et al.*, 2018; Al-Saedi y Abdulhalem, 2020). Así, la Biotecnología Vegetal a través de las técnicas de cultivo *in vitro*, puede contribuir a la obtención de cultivares tolerantes al estrés hídrico.

La investigación y desarrollo de plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con tolerancia a estrés hídrico, es esencial para contribuir con la seguridad alimentaria de la población. La respuesta de las plantas a este estrés es compleja y el cultivo *in vitro* puede ser utilizado como una herramienta para estudiar los cambios bioquímicos que puedan tener lugar en la planta (Peiro *et al.*, 2020). Por ello, determinar la respuesta de las plantas al estrés hídrico, constituye una estrategia a seguir para aumentar el conocimiento y hacer más eficientes los métodos de selección temprana en programas de mejoramiento genético en el cultivo.

En este sentido, disponer de técnicas *in vitro* que permitan la selección de individuos prometedores, desde etapas tempranas representarían un paso inicial que evitaría la evaluación en campo de un gran número de individuos y mejoraría la eficiencia de la selección (Tsago *et al.*, 2014). De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo se propuso determinar el contenido de clorofilas totales y de malondialdehído como parte de la respuesta bioquímica de *P. vulgaris* cv. 'BAT-93' y cv. 'Tío Canela-75' a estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000. Esta investigación constituye un paso importante para la selección *in vitro* de individuos con mejor desempeño en condiciones adversas como el estrés hídrico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

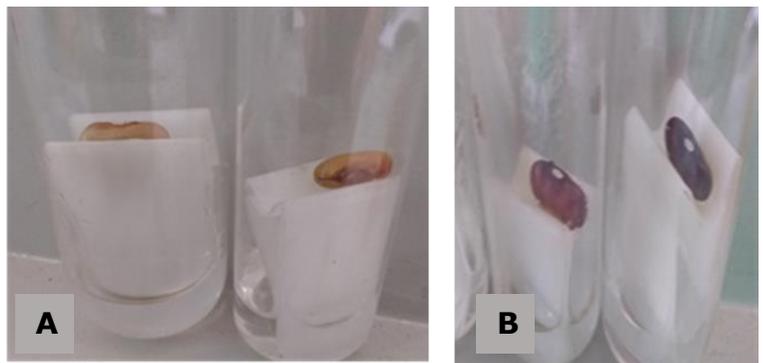
### *Material vegetal y condiciones de cultivo*

Se emplearon semillas maduras de los cultivares de *P. vulgaris* 'BAT-93' y 'Tío Canela-75', ambos incluidos en el programa de mejoramiento genético del IBP, con un mes de cosechadas. Estas fueron obtenidas del banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.

La desinfección de las semillas se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Collado *et al.* (2017).

En la simulación de las condiciones de estrés hídrico *in vitro*, se utilizó el polietilenglicol-6000 (PEG-6000) como agente estresante. Las soluciones de PEG-6000 se prepararon al 6% y 8% (m/v) basado en resultados obtenidos previamente (García *et al.*, 2015; Mendoza-Rodríguez *et al.*, 2020). El cálculo del potencial osmótico en Mega Pascals (MPa) equivalente, se realizó con la ecuación descrita por Michel y Kaufmann (1973) donde: 6% (- 0.0066 MPa) y 8% (- 0.103 MPa).

En los ensayos se utilizaron tubos de ensayo (150 mm de largo x 20 mm de diámetro). En una cabina de flujo laminar, las semillas se colocaron individualmente en cada tubo de ensayo sobre un papel de filtro (Whatman No. 42) en forma de M, que contenía 5 ml de la solución correspondiente (Figura 1).



**Figura 1.** Semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) colocadas *in vitro* en solución con PEG-6000. A) cv. 'BAT-93' y b) cv. 'Tío Canela-75'

Las soluciones se esterilizaron en autoclave (SAKURA) a 121 °C y 1.2 kg cm<sup>2</sup> durante 15 min. Los instrumentos utilizados para la manipulación aséptica del material vegetal, fueron esterilizados en estufa (Boxun, China) a 180 °C durante dos horas, antes de cada sesión de trabajo. Los instrumentos empleados (pinzas y bisturíes) se esterilizaron en un incinerador eléctrico (LAB Associates BW, Holanda) a 320 °C durante 30 min. El material vegetal se mantuvo en una cámara de cultivo a 25 °C ± 2 °C bajo un fotoperiodo de 16 h de luz/8h oscuridad y a una densidad de flujo de fotones fotosintéticos de 45 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>.

#### Contenido de clorofilas totales y MDA

El experimento se realizó con el objetivo de determinar contenido de clorofilas totales y de malondialdehído (MDA) en la respuesta de semillas germinadas *in vitro* al estrés hídrico inducido con PEG-6000.

En el diseño del experimento se emplearon 36 tubos de ensayo por cada tratamiento y cultivar. Las evaluaciones se realizaron a los siete días de germinadas las semillas de los dos cultivares estudiados. El contenido de clorofilas totales (SPAD) se determinó a 20 plantas por tratamiento y cultivar y el resto se utilizó para la determinación del contenido de malondialdehído (MDA).

En todos los tratamientos se realizó una medición del contenido de clorofilas en el haz de ambas hojas de las semillas germinadas mediante un detector portátil de clorofila SPAD-50 (Minolta, Japón).

El contenido de MDA se determinó según Wang *et al.* (2009) como se describe a continuación: a 100 mg de tejido vegetal previamente triturado en nitrógeno líquido se le añadieron 5 ml de ácido tiobarbitúrico (TBA) al 0.6% (v/v) en ácido tricloroacético (TCA) al 10% (m/v) y se dejó reposar durante 5 min. Luego se calentó la mezcla a 100 °C por 15 min, se enfrió en hielo por 5 min y se centrifugó inmediatamente a 1500 g durante 10 min a 4 °C. La absorbancia del sobrenadante fue medida a 450, 532 y 600 nm utilizando como blanco TCA al 10%. Para calcular la concentración de MDA se empleó la ecuación: Equivalentes de MDA ( $\mu\text{mol g}^{-1}$  masa fresca, MF) =  $6.45 (\text{OD}_{532} - \text{OD}_{600}) - 0.56 (\text{OD}_{450})$ .

#### Procesamiento estadístico

Se aplicaron las pruebas H de Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney, previa comprobación del no cumplimiento de los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de varianza para un nivel de significación  $p \leq 0.05$ . El paquete estadístico empleado fue *Statistic Packaged for Social Science (SPSS)* versión 21.0.

## RESULTADOS

Al analizar la variable contenido de clorofila totales no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con las concentraciones de 6% y 8% de PEG-6000 en las plantas del cultivar 'Tío Canela-75'. Sin embargo, estos valores fueron superiores con diferencias significativas en comparación con el control. Por otra parte, las plantas del cultivar 'BAT-93' en presencia de estas concentraciones de PEG-6000, alcanzaron valores similares entre ellos pero fueron inferiores significativamente en comparación con el control sin agente selectivo (Tabla 1).

**Tabla 1.** Contenido de clorofilas totales (SPAD) en plantas de dos cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), obtenidas a partir de semillas germinadas *in vitro*, en presencia de diferentes concentraciones de PEG-6000 a los siete días de cultivo.

Soluciones de PEG-6000 (%)	cv. 'Tío Canela-75'		cv. 'BAT-93'	
	Medias	Rangos medios	Medias	Rangos medios
6	36.87	68.49 a	44.44	55.55 b
8	35.80	67.89 a	43.43	55.15 b
0 (Control)	30.44	45.13 b	47.39	70.80 a

*Rangos medios con letras desiguales en un mismo cultivar indican diferencias significativas según las pruebas de H de Kruskal Wallis y U de Mann-Whitney para  $p \leq 0.05$*

De igual forma, el contenido de MDA mostró un aumento entre las plantas del cv. 'Tío Canela-75', cultivadas en presencia de las dos concentraciones de PEG-6000,

con respecto al control y sin diferencias significativas entre estos tratamientos (Tabla 2). A diferencia de lo anterior, en el cultivar 'BAT-93' los valores de la variable aumentaron significativamente en correspondencia con el aumento de la concentración de PEG-6000. Se establecieron diferencias significativas entre los dos tratamientos y con respecto al control.

En el presente experimento la respuesta de semillas germinadas *in vitro* del cultivar 'BAT-93' se caracterizó por una disminución en los valores de clorofilas totales y un incremento de los valores de MDA mientras que, en el cultivar 'Tío Canela-75' hubo un incremento en los valores para ambas variables.

**Tabla 2.** Contenido de malondialdehído (MDA) en plantas de dos cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), obtenidas a partir de semillas germinadas *in vitro*, en presencia de diferentes concentraciones de PEG-6000 a los siete días de cultivo.

Soluciones de PEG-6000 (%)	cv. 'Tío Canela-75'		cv. 'BAT-93'	
	Medias	Rangos medios	Medias	Rangos medios
6	1.7752	14.00 a	0.1944	9.50 b
8	1.7753	8.00 a	0.7375	13.33 a
0 (Control)	0.5707	6.50 b	0.1239	5.63 c

*Rangos medios con letras desiguales en un mismo cultivar indican diferencias significativas según las pruebas de H de Kruskal Wallis y U de Mann-Whitney para  $p \leq 0.05$*

## DISCUSIÓN

Los resultados en la investigación demostraron que el uso de PEG-6000 como agente inductor del estrés hídrico *in vitro* afectó la respuesta de plantas de dos cultivares de frijol común, medida a través del contenido de clorofilas totales y MDA. Los valores de este último reflejaron el posible daño producido por el estrés hídrico en las membranas celulares de ambos cultivares, mientras que la concentración de clorofilas totales se afectó de forma diferencial en el cultivar 'Tío Canela-75' y en el 'BAT-93'.

Las clorofilas son los principales pigmentos en la conversión de energía luminosa en energía química. En el cultivar 'Tío Canela-75', se observó un mayor contenido de clorofila en las plantas cultivadas con PEG-6000 con respecto al control. Esta respuesta podría estar relacionada con una mayor eficiencia en el uso del agua y por tanto una mayor tasa fotosintética y de producción de biomasa (Pompelli *et al.*, 2010) que guarde relación con su tolerancia al estrés hídrico. Regularmente, bajo condiciones de estrés hídrico el contenido de clorofila tiende a disminuir, sin embargo, los resultados pueden ser controversiales (Rudack *et al.*, 2017), como se evidenció en este cultivar en las condiciones experimentales ensayadas.

En el cultivar 'BAT-93' una disminución de la variable clorofila total, tuvo lugar en las plantas tratadas con el agente inductor con respecto al control. La disminución de las clorofilas totales en este caso pudo relacionarse con que la fosforilación oxidativa y el metabolismo fotosintético son sensibles a la deshidratación. Estos

procesos son dependientes del agua presente en los cloroplastos, estas plantas no presentan un mecanismo evasivo del estrés hídrico por lo que la deshidratación afecta el proceso fotosintético (Cardona-Ayala *et al.*, 2013). La familia *Phabaceae* muestra este tipo de respuesta en cultivares de *Vicia faba* L. donde se evidenció un fallo en la maquinaria fotosintética de las plantas susceptibles por tanto una disminución en las clorofilas totales con respecto a los controles (Abid *et al.*, 2017).

La sobreproducción de radicales libres causa daños al descomponer los ácidos grasos poliinsaturados en las membranas celulares. El estrés hídrico induce la peroxidación lipídica de las membranas por medio de las especies reactivas del oxígeno (ROS), en respuesta las plantas producen MDA como parte del mecanismo antioxidante. Así, en el presente trabajo ambos cultivares, tanto el cv. 'BAT-93' como el cv. 'Tío Canela-75', presentaron valores de concentración de MDA superiores al control lo que está acorde con el planteamiento anterior. En este sentido, otras investigaciones han utilizado el MDA como indicador de daños en las membranas celulares debido al estrés hídrico, como en *Vigna uniculata* L. (Ayala *et al.*, 2014) y en *Lycium rutenicum* Murr. (Guo *et al.*, 2018). Otros autores como Zhang *et al.* (2018) establecieron patrones de tolerancia a la sequía en cultivares de alfalfa (*Medicago sativa* L.) al tomar como referencia la respuesta antioxidante del MDA ante la peroxidación lipídica. Por otra parte, Khaleghi *et al.* (2019) evaluaron la respuesta bioquímica en plantas de *Maclura pomifera* Raf. y encontraron que el contenido de MDA se incrementó con el aumento del estrés hídrico.

A partir de los resultados se demostró que el estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000 afectó la respuesta bioquímica de semillas germinadas *in vitro* medida a través del contenido de clorofilas totales y de MDA. Los datos colectados de esta investigación guardan relación con resultados previos de estudios en estos cultivares con concentraciones superiores de PEG 6000 *in vitro* y en otras condiciones experimentales que evidenciaron una respuesta diferencial y afectaciones en el proceso de germinación y crecimiento de las plantas (Mendoza-Rodríguez *et al.*, 2020).

## CONCLUSIONES

Las semillas germinadas *in vitro* de los cultivares 'BAT-93' y 'Tío Canela-75', presentan cambios en los niveles de clorofilas totales y de malondialdehído, en respuesta al estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000. Ambos cultivares pueden utilizarse como referencia para la selección de individuos con tolerancia al estrés hídrico en ensayos *in vitro*.

## REFERENCIAS

Abid G, M'hamdi M, Mingéot D, Aouida M, Aroua I, Muhovski Y, Jebara M (2017) Effect of drought stress on chlorophyll fluorescence, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in faba bean (*Vicia faba* L.) Archives of Agronomy and Soil Science 63(4): 536-552; doi: 10.1080/03650340.2016.1224857

Al-Saedi RKM y Abdulhalem AG (2020) Callus induction and shoot formation for Mexican red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pinto cultivar *in vitro*. Iraqi Journal of Science 61(8): 1887-1893; doi: 10.24996/ij.s.2020.61.8.5

Cardona-Ayala C, Jarma-Orozco A, Araméndiz-Tatis H (2013) Mecanismos de adaptación a sequía en caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 7(2): 277-288

Cardona-Ayala C, Jarma-Orozco A, Araméndiz-Tatis H, Peña-Agresott M, Vergara-Córdoba C (2014) Respuestas fisiológicas y bioquímicas del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) bajo déficit hídrico. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 8(2): 250-261

Collado R, Pérez AC, Martínez IP, Rojas, LE, Leiva M, García LR, Veitía N, Martirena A, Torres D, Rivero L (2017) Diferenciación de cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. mediante respuesta del tejido foliar expuesto a estrés hídrico y salino. Biotecnología Vegetal 17(1): 25-32

García LR, Leiva-Mora M, Pérez AC, Collado R, Poveda I, Veitía N, Martirena A, Torres D, Rivero L. (2015) Efecto del estrés hídrico inducido con PEG 6000 sobre la germinación *in vitro* de semillas de *Phaseolus vulgaris* L. cultivar 'ICA Pijao'. Biotecnología Vegetal 15(4): 243-249

Guo YY, Yu HY, Yang MM, Kong DS, Zhang YJ (2018) Effect of drought stress on lipid peroxidation, osmotic adjustment and antioxidant enzyme activity of leaves and roots of *Lycium ruthenicum* Murr. seedling. Russian Journal of Plant Physiology 65(2): 244-250; doi: 10.1134/S1021443718020127

Khaleghi A, Naderi R, Brunetti C, Maserti BE, Salami SA, Babalar M (2019) Morphological, physiochemical and antioxidant responses of *Maclura pomifera* to drought stress. Scientific Reports 9(1): 19250; doi: 10.1038/s41598-019-55889-y

Mendoza-Rodríguez MF, Veitía N, Martirena-Ramírez A, Rojas LE, Torres D, Hernández S, Rivero L (2020) Respuesta diferencial de tres cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. al estrés hídrico *in vitro* inducido por PEG-6000. Biotecnología Vegetal 20(4): 351-359.

Michel BE, Kaufmann MR (1973) The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology 51(5): 914-916

Nadeem M, Li J, Yahya M, Sher A, Ma C, Wang X, Qiu L (2019) Research progress and perspective on drought stress in legumes: A review. International Journal of Molecular Sciences 20(10): 2541; doi: 10.3390/ijms20102541

Peiro R, Jimenez C, Perpina G, Soler JX, Gisbert C (2020) Evaluation of the genetic diversity and root architecture under osmotic stress of common grapevine rootstocks and clones. Scientia Horticulturae 266: 109283; doi: 10.1016/j.scienta.2020.109283

Polón R, Miranda A, Ramírez MA, Maqueira LA (2014) Efectos del estrés de agua sobre el rendimiento de granos en la fase vegetativa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 23: 33-36

Pompelli MF, Barata-Luís R, Vitorino HS, Gonçalves ER, Rolim EV, Santos MG, Endres L (2010) Photosynthesis, photoprotection and antioxidant activity of purging nut under drought deficit and recovery. *Biomass and Bioenergy* 34 (8): 1207-1215; doi: 10.1016/j.biombioe.2010.03.011

Pratap A, Prajapati U, Singh CM, Gupta S, Rathore M, Malviya N, Tomar R, Gupta A K, Tripathi S, Singh NP (2018) Potential, constraints and applications of *in vitro* methods in improving grain legumes. *Plant Breeding* 137(3): 235-249; doi: 10.1111/pbr.12590

Rudack K, Seddig S, Sprenger H, Köhl K, Uptmoor R, Ordon F (2017) Drought stress-induced changes in starch yield and physiological traits in potato. *Journal of Agronomy and Crop Science* 203(6): 494-505; doi: 10.1111/jac.12224

Tsago Y, Andargie M, Takele A (2014) *In vitro* selection of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) for polyethylene glycol (PEG) induced drought stress. *Plant Science Today* 1(2): 62-68; doi: 10.14719/pst.2014.1.2.14

Wang F, B Zeng, Z Sun, C Zhu (2009) Relationship between proline and Hg+2-induced oxidative stress in tolerant rice mutant. *Arch Environ Contam Toxicol* 56(4): 723-731; doi: 10.1007/s00244-008-9226-2

Zhang C, Shi S, Wang B, Zhao J (2018) Physiological and biochemical changes in different drought-tolerant alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties under PEG-induced drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 40: 1-15; doi: 10.1007/s11738-017-2597-0

**Financiamiento:** Este trabajo fue financiado a través del proyecto: Mejoramiento genético de *Phaseolus vulgaris* L. para la búsqueda de resistencia a estrés biótico y abiótico (código P131LH001.30), del Programa Nacional Producción de Alimentos y su Agroindustria. Los financistas no tuvieron participación en el diseño del estudio, la colecta y análisis de los datos. La decisión de publicar y la preparación del manuscrito fueron de las instituciones participantes y el colectivo de autores del proyecto.

**Conflicto de interés:** Los autores no declaran conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** Conceptualización NV, Análisis formal NV, MFMR, Investigación MFMR, NV, RJG, DT, LR, MH y SH, Metodología NV, MFMR, Escritura: primera redacción MFMR, NV, Escritura: revisión y edición MFMR, NV.

**Disponibilidad de datos:** Los datos del estudio se presentan en el artículo. Para otras consultas dirigirse a la autora para correspondencia.

Milady F Mendoza-Rodríguez, <https://orcid.org/0000-0002-8946-9838>  
Novisel Veitía, <https://orcid.org/0000-0001-6357-4843>  
Luis E. Rojas Jiménez, <https://orcid.org/0000-0002-0107-1842>  
Damaris Torres, <https://orcid.org/0000-0001-8443-4209>  
Samuel Hernández, <https://orcid.org/0000-0001-5914-8243>  
Richard J. García, <https://orcid.org/0000-0001-8538-6579>  
Marilyn Hernández, <https://orcid.org/0000-0002-8082-2738>  
Leonardo Rivero, <https://orcid.org/0000-0003-3627-9421>

**Como citar:**

Mendoza-Rodríguez M, Veitía N, Rojas L, Torres D, Hernández-Machado S, García RJ, Hernández M, Rivero L (2024) Contenido de clorofilas totales y malondialdehído en *Phaseolus vulgaris* L. en respuesta a estrés hídrico inducido *in vitro* con PEG-6000. *Biotecnología Vegetal* 24: 240509