



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL ARTÍCULO

Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.

AUTORA

Reyes Prado Laura Stefanía

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ACUICULTURA**

TUTORA

Galarza Tipán Janeth Isabel

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**PhD. Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

**PhD. Janeth Galarza Tipán
TUTOR**

**PhD. Jorge García Osiris
ESPECIALISTA 1**

**PhD. José Melena Cevallos
ESPECIALISTA 2**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN:

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “Análisis de la expresión del gen fitoensintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.”, elaborado por Laura Stefanía Reyes Prado, previo a la obtención del título de Magister en Acuicultura, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber dirigido científica y técnicamente en su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos y científicos, razón por el cual la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

Blga. Janeth Galarza Tipán, Ph.D.
TUTORA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Laura Stefanía Reyes Prado

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, “Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.” previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 31 días del mes de marzo de 2026.

Blga. Laura Reyes Prado
AUTORA



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Laura Stefanía Reyes Prado

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de “Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.” con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 31 días del mes de marzo de 2026.

Blga. Laura Reyes Prado
AUTORA



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.

Autora: Blga. Laura Stefanía Reyes Prado

Tutora: Blga. Janeth Isabel Galarza Tipán, Ph.D.

RESUMEN

El mecanismo regulador de carotenoides en *Dunaliella* sp. es poco comprendido, se sabe que el gen *psy* es el responsable de activar la ruta metabólica de los carotenoides. En este estudio se comparó la expresión del gen *psy* en la biosíntesis de carotenoides en cultivos vegetativos y sometidos a estrés de *Dunaliella* sp. (aislado PM018) utilizando RT-PCR semicuantitativa. Para ello, el aislado se cultivó en medio Guillard F/2 y fue sometido a 200 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ con privación de nutrientes durante 24 días, y se analizó la expresión relativa del gen inducido mediante RT-PCR semicuantitativa utilizando densitometría normalizada con el gen 18S ARNr. Los resultados revelaron que el cultivo vegetativo alcanzó una densidad de 19×10^5 células/mL, observándose cambios morfológicos (de ovoide a redonda) y de coloración (de verde a amarillo) tras la fase de estrés. Antes de los niveles de expresión, se verificó la calidad del ARN, obteniendo una concentración de 454.65 ± 279.02 ng/ μL en crecimiento vegetativo y 989 ± 191.73 ng/ μL en estrés. Finalmente, en la fase vegetativa se obtuvo una expresión relativa del gen *psy* de 0.16 ± 0.002 y una mayor expresión de 2.72 ± 0.001 en condiciones de estrés. Se concluye que la transcripción del gen *psy* está influenciada por la combinación de los factores estresantes, y que la técnica RT-PCR semicuantitativa, permitió detección una alta sensibilidad en la expresión génica.

Palabras claves: *Dunaliella*, fitoeno sintasa, carotenoides



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TEMA

Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (*psy*) en la biosíntesis de carotenoides en *Dunaliella* sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa.

Autora: Blga. Laura Stefanía Reyes Prado

Tutora: Blga. Janeth Isabel Galarza Tipán, Ph.D.

ABSTRACT

The regulatory mechanism of carotenoids in *Dunaliella* sp. is poorly understood, but it is known that the *psy* gene is responsible for activating the carotenoid metabolic pathway. In this study, the expression of the *psy* gene in carotenoid biosynthesis was compared in vegetative and stressed cultures of *Dunaliella* sp. (isolate PM018) using semi-quantitative RT-PCR. To this end, the isolate was cultured in Guillard F/2 medium and subjected to 200 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ with nutrient deprivation for 24 days, and the relative expression of the induced gene was analysed by semi-quantitative RT-PCR using normalised densitometry with the 18S rRNA gene. The results revealed that the vegetative culture reached a density of 19×10^5 cells/mL, with morphological changes (from ovoid to round) and colour changes (from green to yellow) observed after the stress phase. Prior to expression levels, RNA quality was verified, obtaining a concentration of 454.65 ± 279.02 ng/ μL in vegetative growth and 989 ± 191.73 ng/ μL under stress. Finally, in the vegetative phase, a relative expression of the *psy* gene of 0.16 ± 0.002 was obtained, and a higher expression of 2.72 ± 0.001 was obtained under stress conditions. It is concluded that the transcription of the *psy* gene is influenced by the combination of stress factors, and that the semi-quantitative RT-PCR technique allowed for the detection of high sensitivity in gene expression.

Keywords: *Dunaliella*, phytoene synthase, carotenoids



BJD

Brazilian Journal of Development

CARTA DE ACEITE

A Revista Brazilian Journal of Development ISSN 2525-8761, editada pela Brazilian Journals publicações de periódicos e editora LTDA. (CNPJ 32.432.868/0001-57), declara que o artigo **“Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (psy) en la biosíntesis de carotenoides en Dunaliella sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa”** de autoria de Laura Stefanía Reyes Prado, Janeth Isabel Galarza Tipán, passou por avaliação duplo-cega e foi aceito para publicação.

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

São José dos Pinhais, 27 de janeiro de 2026.

Equipe Editorial



STATEMENT

Brazilian Journal of Development, ISSN 2525-8761, hereby declares that the article entitled **Análisis de la expresión del gen fitoeno sintasa (psy) en la biosíntesis de carotenoides en Dunaliella sp. expuesta a condiciones de estrés mediante RT-PCR semicuantitativa** authored by Laura Stefanía Reyes Prado, Janeth Isabel Galarza Tipán, was published in v.12, n.2, of 2026.

The journal is online, and the articles can be found by accessing the link:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/issue/view/316>

DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv12n2-005>

As it is an expression of the truth, we sign this statement.

Curitiba, February 2, 2026

Editorial Team

