

Crecimiento de dos variedades de pitahaya (*Hylocereus monacanthus* e *Hylocereus ocamponis*) con aplicación de *Ascophyllum nodosum*

Growth of two varieties of pitahaya (*Hylocereus monacanthus* and *Hylocereus ocamponis*) with application of *Ascophyllum nodosum*

Recepción del artículo: 26/02/2023 • Aceptación para publicación: 14/04/2023 • Publicación: 30/06/2023

● <https://doi.org/10.32870/ecucba.vi20.300>

Maricela Apáez-Barrios*

Patricio Apáez-Barrios

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Apatzingán, Michoacán. México.

José Alberto Salvador Escalante-Estrada

Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo Mpio de Texcoco Edo. de Méx. México.

Yurixhi Atenea Raya-Montaño

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".
Uruapan, Michoacán. México.

*Autor para correspondencia: maricela.apaez@umich.mx

Resumen

El manejo agronómico de la pitahaya permite potenciar su rendimiento. Así, el uso de *Ascophyllum nodosum* contribuye al desarrollo de la planta. El objetivo fue evaluar el efecto de *Ascophyllum nodosum* en altura, diámetro del tallo, longitud, diámetro de brotes y acumulación de calor. Se utilizaron dos variedades: *Hylocereus monacanthus* (Lem.) Britton & Rose, *Hylocereus ocamponis* (Salm) Britton & Rose y tres dosis de *Ascophyllum nodosum* (0, 1.0 y 2.0 L ha⁻¹), generando así, seis tratamientos. Las variables se analizaron con SAS al 0.05 de probabilidad. La temperatura mínima y máxima promedio fue de 19 y 37 °C y la acumulación de calor de 1912 UC. La mayor altura la presentó *Hylocereus monacanthus* con la dosis alta de *Ascophyllum nodosum* con incremento de 7 % en relación con el tratamiento sin aplicación. El diámetro del tallo fue 16 % mayor en las dos variedades y con la dosis más alta en comparación de las plantas sin aplicación. En la longitud de brote *H. monacanthus* y *H. ocamponis* superaron en 19 % a los tratamientos más bajos. Las variedades *H. monacanthus* y *H. ocamponis* con aplicaciones de dosis altas de *A. nodosum* generan los valores más altos en las variables estudiadas.

Palabras clave: Altura, diámetro, brotes.

Abstract

The agronomic management of pitahaya can enhance its yield. Thus, the use of *Ascophyllum nodosum* contributes to plant development. The objective was to evaluate the effect of *Ascophyllum nodosum* on height, stem diameter, length, shoot diameter and heat accumulation. Two varieties were used: *Hylocereus monacanthus* (Lem.) Britton & Rose, *Hylocereus ocamponis* (Salm) Britton & Rose and three doses of *Ascophyllum nodosum* (0, 1.0 and 2.0 L ha⁻¹), thus, generating six treatments. The variables were analyzed with SAS at 0.05 probability. The average minimum and maximum temperature was 19 and 37 °C and the heat accumulation was 1912 UC. The greatest height was presented by *Hylocereus monacanthus* with the high dose of *Ascophyllum nodosum* with an increase of 7 % in relation to the treatment without application. Stem diameter was 16 % greater in the two varieties and with the higher dose compared to the plants without application. In shoot length, *H. monacanthus* and *H. ocamponis* outperformed the lowest treatments by 19%. The varieties *H. monacanthus* and *H. ocamponis* with applications of high doses of *A. nodosum* generated the highest values in the variables studied.

Keywords: Height, diameter, shoots.

Introducción

La pitahaya *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton & Rose es el cactus trepador más distribuido a nivel mundial (Nerd *et al.*, 2002). De manera general, *Hylocereus undatus* es nativa de las regiones tropicales de América Central (Esquivel, 2004). Algunas especies dentro del género de *Hylocereus* han alcanzado importancia económica a nivel mundial. *H. griseus* (con cáscara roja y pulpa blanca) ha sido ampliamente cultivada (Ochoa *et al.*, 2012).

Según Tze *et al.*, (2012) la pitahaya es una fuente de nutrientes y contiene alto contenido de betacianinas, que le otorgan un intenso color en la piel y pulpa, los mismos que pueden ir desde tonos rojos a púrpura.

Con relación a la composición química, el mesocarpio se ha descrito que contiene entre 82 al 88 % de agua, con un contenido de sólidos solubles totales de 7 a 11 % (Vaillant *et al.*, 2005).

El cultivo de pitahaya es apreciado en el mercado nacional e internacional (García *et al.*, 2010), por su importancia alimenticia y sus propiedades nutraceuticas (Ortiz *et al.*, 2012).

En México los principales estados productores son: Quintana Roo (4,409 t), Yucatán (4,002 t), Puebla (407 t) y Tabasco (124 t) con rendimiento medio 6.4 t ha⁻¹ (SIAP, 2021).

El cultivo de pitahaya se caracteriza por ser resistente a condiciones de estrés, sin embargo, es importante darle un manejo agronómico adecuado. En este sentido, el uso de algunos complementos durante el ciclo del cultivo puede mejorar las características morfológicas del mismo. Así, el uso de algas marinas podría presentar un efecto benéfico en variables de crecimiento de la planta. Una alternativa es el alga parda *Ascophyllum nodosum*, que abunda en las aguas más frías de Irlanda, Escocia, Noruega y Nueva Escocia. Se utiliza para la producción de alginato, pero también se ha creado una industria basada en su aplicación como aditivo para dietas de animales. *A. nodosum* es la especie de alga marina de mayor uso en la agricultura.

Normalmente la recolección se realiza de forma manual, ya que son utilizadas como materia para la elaboración de fertilizantes orgánicos y reguladores de crecimiento (Pereira *et al.*, 2020).

A. nodosum contiene compuestos como betaínas, que son similares a auxinas. Además de tener concentraciones de giberelinas, manitol, ácido algínico y laminarina, de los cuales se han observado respuestas positivas en cultivos de hortalizas como tomate, papa y chile. Estos efectos positivos se relacionan con resistencia a factores bióticos y abióticos. Con el uso de *Ascophyllum* se mejora el desarrollo de raíces y parte aérea de la planta (De Saeger *et al.*, 2020).

En relación con lo anteriormente señalado, en un estudio realizado con pimientos que se desarrollaron en condiciones de estrés por salinidad y en condiciones de sequía, resultaron ser más capaces de resistir dichas condiciones cuando se aplicó extractos de algas marinas. Además, en varios ensayos bajo invernadero y a campo abierto, las aplicaciones de extractos de algas marinas han aumentado el rendimiento y la calidad de pimientos (De Saeger *et al.*, 2020).

El uso de *Ascophyllum* aplicado vía foliar puede proporcionar una protección al cultivo para poder defenderse contra desafíos ambientales y aumentar la productividad y la calidad. Además, se ha demostrado que se puede aplicar con otros productos foliares sin que este disminuya su eficiencia.

Por otra parte, el crecimiento y desarrollo de las plantas está en función de los factores ambientales, principalmente las temperaturas. Por lo que, es importante comprender su influencia sobre el desarrollo de la planta, para conocer la acumulación de calor durante el ciclo del cultivo (Salazar *et al.*, 2013). El tiempo térmico combina el tiempo cronológico con la temperatura y se utiliza para predecir la fenología de los cultivos y se expresa con diferentes términos, entre ellos, las unidades calor (Miller *et al.*, 2002). Además, la temperatura es el factor climático que determina en mayor medida el desarrollo del cultivo y unidades calor que son utilizadas para estimar las etapas de desarrollo de las plantas (Qadir *et al.*, 2007).

De acuerdo con Nerd *et al.* (2002), la temperatura es el factor ambiental que puede tener influencia directa sobre la floración de *H. undatus*. Por otra parte, la precipitación acumulada durante el desarrollo del cultivo también tiene un efecto directo sobre la planta, ya que la deficiencia de agua o estrés hídrico limita el crecimiento y desarrollo

del cultivo (Nobel *et al.*, 2002).

Por lo antes mencionado, en la presente investigación, el objetivo fue evaluar la influencia de la aplicación de diferentes dosis de *A. nodosum* en dos variedades de pitahaya y su relación con las variables altura de la planta, número de brotes, longitud de brotes, diámetro de brotes y acumulación de unidades calor en Apatzingán, Michoacán, México.

Materiales y métodos

Ubicación del sitio experimental

La investigación se desarrolló en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), ubicada en Apatzingán, Michoacán, México. En las coordenadas 19° 05' 00" de LN y 102° 22' 17" de LO a 314 m de altitud, el clima es BS₁ que corresponde a cálido semiseco (García, 2005).

Las variedades de pitahaya utilizadas fueron *H. monacanthus* (Lem.) Britton & Rose e *H. ocamponis* Britton & Rose.

Los tratamientos utilizados fueron resultado de la combinación de las dos variedades de pitahaya y tres dosis de extracto del alga marina *A. nodosum* (0, 1.0 y 2.5 L por cada 200 L de agua). Las dos variedades de pitahaya combinadas con tres dosis del alga marina generaron seis tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Factores y tratamientos de estudio.

Tratamiento	Factor		Simbología
	Variedad	Dosis de <i>Ascophyllum nodosum</i> (L)	
1	<i>Hylocereus monacanthus</i>	0.0	Hm-0
2		1.0	Hm-1.0
3		2.0	Hm-2.0
4		0.0	Ho-0
5	<i>Hylocereus ocamponis</i>	1.0	Ho-1.0
6		2.0	Ho-2.0

Los seis tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas; la variedad correspondió a la parcela grande y la aplicación del extracto de *A. nodosum* a la parcela chica, respectivamente. Se utilizaron cuatro repeticiones, que generaron 24 unidades experimentales.

El 01 de junio de 2021 se trasplantaron las dos variedades de pitahaya, ambas de pulpa roja. Para el

establecimiento del trabajo experimental se prepararon bolsas negras para vivero de 40 x 40 cm, las cuales se llenaron con sustrato a base de composta. Se colocaron dos esquejes por bolsa, se aplicó riego durante el desarrollo del experimento de acuerdo con las necesidades hídricas del cultivo. La periodicidad de los muestreos fueron cada 10 días durante seis meses. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (cm), número de brotes, longitud de brote (cm) y diámetro de brote (cm).

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se registró la temperatura máxima (Tmax, °C), mínima (Tmin, °C) y precipitación. Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica automática de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Además, se calculó la acumulación de calor por el cultivo con base a unidades calor (UC, °C d) mediante el método residual (Snyder, 1985), con la fórmula: $UC = [T_{max} + T_{min} / 2] - T_b$, donde Tmax = temperatura máxima, Tmin = temperatura mínima y Tb = temperatura base del cultivo, que para el caso de la pitahaya (*Hylocereus spp.*) es de 7 °C (Bárceñas *et al.*, 2002).

Las variables se analizaron estadísticamente con el paquete SAS versión 9.3 y a las diferencias entre tratamientos se le aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error (SAS, 2017).

Resultados y discusión

Durante el desarrollo de la investigación la temperatura mínima (Tmin) y máxima (Tmax) promedio fue de 19 y 37 °C, respectivamente. Las temperaturas más altas ocurrieron en el mes de junio y posteriormente disminuyeron en el mes de diciembre, que corresponde al último registro de datos. Con relación a la acumulación de unidades calor (UC), durante el desarrollo de la investigación no se modificó por efecto de tratamientos, en promedio se acumuló un total de 1912 UC d⁻¹.

Para la variable altura de la planta, se modificó por efecto de los tratamientos aplicados. Así *H. monacanthus* independientemente de la aplicación de *A. nodosum*, alcanzó los valores más altos de altura, con un incremento de 7 % en comparación

de las plantas del tratamiento sin aplicación de *Ascophyllum*. Por otro lado, los valores más altos para esta variable se alcanzaron con la dosis más alta de *Ascophyllum*, seguido de la dosis más baja para ambas variedades. Así, los valores más bajos se presentaron en las dos variedades cuando no se aplicó el extracto de *Ascophyllum* (Figura 1).

comparación con las plantas sin aplicación del alga marina. Mientras que los valores más bajos, se encontraron en las plantas sin aplicación del extracto de *A. nodosum*, las cuales de la misma manera son estadísticamente similares, con un promedio de 6.5 cm (Figura 2).

Al respecto, Campos *et al.* (2011) reportan diámetro

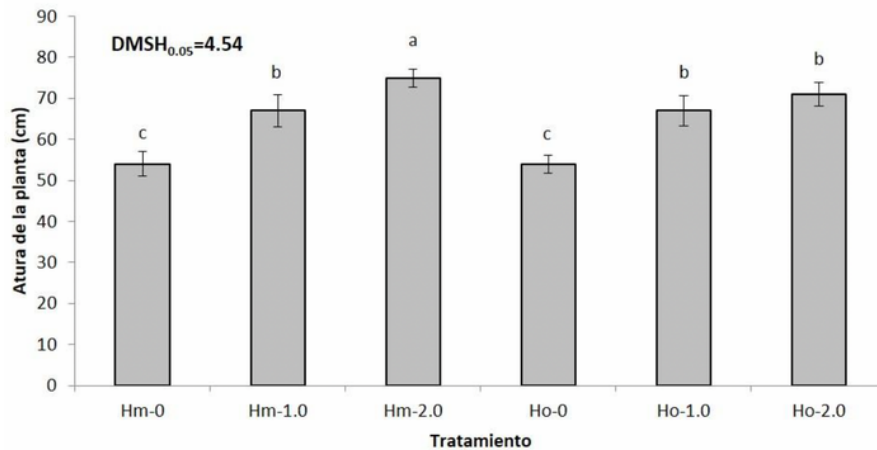


Figura 1. Altura de la planta de esquejes de Pitahaya en función de la variedad y aplicación de *Ascophyllum nodosum*. Hm-0= *H. monacanthus* sin alga marina, Hm-1.0= *H. monacanthus* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Hm-2.0 = *H. monacanthus* a dosis de 2.0 de *A. nodosum*, Ho-0= *H. ocamponis* sin alga marina, Ho-1.0= *H. ocamponis* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Ho-2.0 = *H. ocamponis* a dosis de 2.0 L de *A. nodosum*.

En el análisis de la variable diámetro del tallo, muestra que la aplicación de los tratamientos generó valores estadísticamente diferentes. Los valores más altos, se presentaron para las dos variedades donde se aplicó la dosis más alta de *A. nodosum*, los cuales fueron estadísticamente similares entre ellas, y que presentaron un incremento en el diámetro del tallo del 16 % en

promedio de 5.8 cm en pitahaya pulpa roja y amarilla, respectivamente. Sin embargo, menciona que el manejo agronómico puede influir en esta variable morfológica.

En la Figura 3, se presenta la longitud de brotes, misma que mostró diferencias significativas por efecto de tratamientos, donde se observó que los tratamientos con aplicación de *A. nodosum* vía foliar

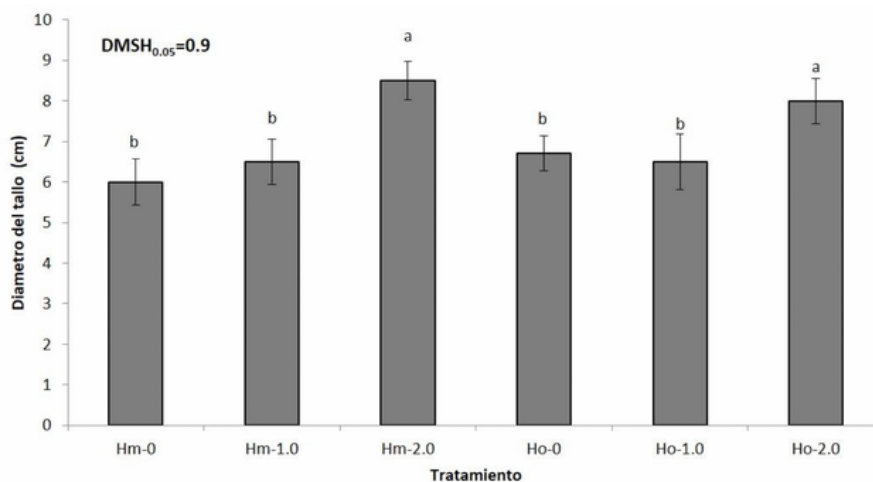


Figura 2. Diámetro de la planta de Pitahaya en función de la variedad y aplicación de *Ascophyllum nodosum*. Hm-0= *H. monacanthus* sin alga marina, Hm-1.0= *H. monacanthus* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Hm-2.0 = *H. monacanthus* a dosis de 2.0 de *A. nodosum*, Ho-0= *H. ocamponis* sin alga marina, Ho-1.0= *H. ocamponis* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Ho-2.0 = *H. ocamponis* a dosis de 2.0 L de *A. nodosum*.

generó la mayor longitud de brotes, mientras que las plantas sin aplicación presentaron los valores menores para esta variable.

Así, las plantas de *H. ocamponis* y *H. purpusii* presentaron longitudes de brotes 19 % superiores a las plantas con los valores más bajos de la variable evaluada. Los brotes más cortos se registraron en plantas sin aplicación de extracto. Para el caso del ancho de los brotes fue estadísticamente igual con todos los tratamientos, con una media de 5.4 cm.

Castillo *et al.* (2005) mencionan que la longitud de brotes es una de las variables más importantes, ya que entre mayor es la longitud, estas presentan más yemas y aumenta el crecimiento vegetativo. Además, los brotes aptos para reproducir o generar plantas nuevas para cosecha deben medir por lo menos de 30 o 40 cm de longitud. Por otra parte, Luna y Aguirre (2006), señalan que el crecimiento de los nuevos brotes está influenciado por características de vigor y turgencia de los esquejes basales, los cuales actúan como fuente de carbono de los nuevos brotes. Por otra parte, Gonzales y Alvarado (2004) mencionan que los brotes que produce la Pitahaya generalmente son de 5 a 6 cm. Sin embargo, Pimienta *et al.* (2004), señalan que el ancho de los brotes es característica de cada variedad.

En este sentido, ya existe la evidencia de las ventajas que ofrecen la aplicación de algas marinas, así, en un estudio realizado en pimiento se obtuvo un mejor enraizamiento de la planta y mayor expansión foliar, ya que el cultivo mostró 39 % más

de área foliar que el testigo. Las plantas tratadas aparecieron más verdes y vigorosas y mostraron menos síntomas de estrés hídrico (Norrie *et al.*, 2005).

La aplicación de algas marinas incide de forma positiva en las plantas, al estimular el crecimiento de las raíces y el crecimiento vegetativo. Además, se produce resistencia a estrés biótico y abiótico, mejora el sistema radicular, al incrementar la absorción radicular y translocación de los nutrientes (Shukla *et al.*, 2019).

Conclusiones

Las variedades *Hylocereus monacanthus* y *Hylocereus ocamponis* responden positivamente a la aplicación de extracto de *Ascophyllum nodosum* a dosis de 1.0 y 2.0 L ha⁻¹, donde se presentaron los valores más altos para la variable altura de la planta, diámetro del tallo y longitud del brote. Mientras que los valores más bajos se encontraron donde no se aplicó el alga marina. Con lo cual la aplicación de algas marinas como complemento en el manejo del cultivo resulta ser recomendada para favorecer el desarrollo de la planta.

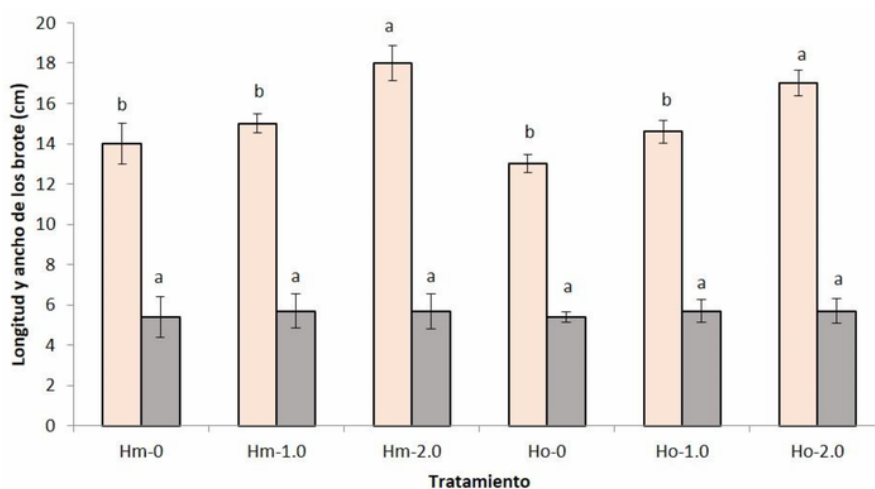


Figura 3. Longitud y ancho de brotes nuevos de esquejes de Pitahaya en función de la variedad y aplicación de *Ascophyllum nodosum*. Hm-0= *H. monacanthus* sin alga marina, Hm-1.0= *H. monacanthus* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Hm-2.0 = *H. monacanthus* a dosis de 2.0 de *A. nodosum*, Ho-0= *H. ocamponis* sin alga marina, Ho-1.0= *H. ocamponis* a dosis de 1.0 L de *A. nodosum* Ho-2.0 = *H. ocamponis* a dosis de 2.0 L de *A. nodosum*.

Literatura citada

- Bárcenas, A. P., Tijerina, C. L y Quevedo, N. A. (2002). *La Zonificación de Cultivos en México*. Serie Cuadernos CBS No. 42. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Campos, R. E., Pinedo. E. J. M., Campos, M. R. G. y Hernández, F.A.D. (2011). Evaluación de plantas de Pitaya (*Stenocereus* spp) de poblaciones naturales de Monte Escobedo, Zacatecas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(3),173-182.
- Castillo, M. R., Livera, M. M. and Márquez, G. G. (2005). Morphological characterization and sexual compatibility of five pitahayas (*Hylocereus undatus*) genotypes. *Agrociencia*, 39 (1), 183-194.
- De Saeger, J., Van Praet, S., Vereecke, D., Park, J., Jacques, S., Han, T. y Depuydt, S. (2020). Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. *Journal of Applied Phycology*, 32(1), 573-597.
- Esquivel, P. (2004). Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. *Agronomía Mesoamericana*, 15(2), 215-219.
- García, E. (2005). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen*. (4ª. Ed). Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México.
- García, B. M. E y Quirós, M. O. (2010). Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 23(2),14-24.
- Gonzales, E. S. y Alvarado, R. J. (2004). Utilización de caracteres cuantitativos y cualitativos determinantes en la variación fenotípica de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse), que permiten proponer una guía de descriptores. Tesis, Ing. Agr. Managua.
- Luna, M. C. y Aguirre, R. J. (2006). Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de pitaya mixteca en México. *Interciencia*, 26, 18-24.
- Miller, P. R., B.G. McConkey, G.W. Clayton, S.A. Brandt, J.A. Staricka, A.M. Johnston, G. Lafond, B.G. Schatz, D.D. Baltensperger. y K. Neill. (2002). Pulse crop adaptation in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94, 261-272. <https://doi.org/10.2134/agronj2002.0261>.
- Nerd, A., Sitrit, Y., Kaushik, R. y Mizrahi, Y. (2002). High summer temperatures inhibit flowering in vine pitaya crops (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 96, 343-350. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00093-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00093-6).
- Nobel, P. S. y De La Barrera, E. (2002). High temperatures and net CO2 uptake, growth, and stem damage for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. *Biotropica*, 34, 225-231.
- Norrie, J. and Keathley, J. P. (2005). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to Thompson Seedless grape production. En X International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 727 (pp. 243-248).
- Ochoa, V. C. E and Guerrero, B. J. (2012). Ultraviolet-C light effect on pitaya (*Stenocereus griseus*) juice. *Journal of Food Research*, 1(2), 60-70. <https://doi.org/10.5539/jfr.v1n2p60>
- Ortiz, H. Y. D y Carrillo, S. J. A. (2012). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, 3, 220-237. [10.14295/cs.v3i4.334](https://doi.org/10.14295/cs.v3i4.334).
- Pimienta, E., Pimienta, E. y Nobel, P. (2004). Ecophysiology of the pitaya de Queretaro (*Stenocereus queretaroensis*). *Journal of Arid Environments*, 59, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.005>.
- Pereira, L., Morrison, L., Shukla, P. S. y Critchley, A. T. (2020). A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. *Journal of Applied Phycology*. 32(6), 3561-3584. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02246-6>.
- Qadir, G., Cheema, M. A., Hassan, F., Ashraf, M. y Wahid, M. A. (2007). Relationship of heat units accumulation and fatty acid composition in sunflower. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44(1), 24-29.
- Salazar-Gutierrez, M. R., Johnson, J., Chavez-Cordoba, B. y Hoogenboom, G. (2013). Relationship of base temperature to development of winter wheat. *International Journal of Plant Production*, 7(4), 741-762.
- SAS, Institute. (2017). SAS 9.4 Companion for Windows. 5th ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 700 p.

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). (2021). Anuario estadístico de la producción agrícola: cultivo de la pitahaya. www.siap.gob.mx/cierreagricola. (Consultado el 01 de Septiembre de 2022).
- Shukla, P. S., Mantin, E. G., Adil, M., Bajpai, S., Critchley, A. T. y Prithiviraj, B. (2019). *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, 10:655. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655>.
- Snyder, R. L. (1985). Hand calculating degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 35, 353-358. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(85\)90095-4](https://doi.org/10.1016/0168-1923(85)90095-4).
- Tze, N. L., Han, C. P., Yusof, Y. A., Ling, C. N., Talib, R. A., Taip, F.S y Aziz, M.G. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*, 21, 675-682. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0088-z>.
- Vaillant, F., Pérez, A., Dávila, I., Dornier, M. y Reynes, M. (2005). Colorant and antioxidant properties of red purple pitahaya (*Hylocereus* sp.). *Fruits*, 60(1), 3-12. <https://doi.org/10.1051/frutas:2005007>.