



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE *Echinocactus grusonii*

Francisco Chablé-Moreno¹, E. Alvarado-Barcenas², J.C. Raya-Pérez³, J.G. Ramírez-Pimentel³; César L. Aguirre Mancilla³, J.L. Castro Alvarado⁴, J. Covarrubias Prieto³

¹Docente del DEPI-ITR, ²Docente ITR Ext. Apaseo el Alto, ³Investigador DEPI-ITR, Estudiante de agronomía ITR⁴

RESUMEN

Echinocactus grusonii, conocido como barril de oro o asiento de suegra, es una especie endémica de estado de Hidalgo, México, aunque algunos autores señalan que existe en San Luís Potosí y Guanajuato, aunque en este último lugar al parecer ya se extinguió. El crecimiento y desarrollo de esta planta es lenta, para alcanzar un diámetro de 10 cm deben de pasar cuatro años. Es una especie amenazada de acuerdo a la NOM-059-2010, su lento crecimiento y el tiempo que se lleva producir semilla lo hace una especie susceptible a pasar de un estatus de planta amenazada en estado crítico 2.3 (UICN) a peligro de extinción. En este estudio se emplearon plantas de 10 meses de edad y se está evaluando el efecto de la fertilización cada 6 meses, las fuentes de nutrientes fueron a base de nitrógeno, fósforo y micronutrientes. Se consideró como variables, altura de planta, diámetro de planta, número de costillas y número de areolas por costilla. Los resultados hasta el momento muestran que el empleo de fertilizantes favorece el crecimiento de esta especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización sobre el crecimiento de *Echinocactus grusonii*.

Palabras clave: desarrollo, crecimiento, areolas, correlación, endemismo.

ABSTRACT

Echinocactus grusonii, known as Golden Barrel or mother in law seat's, is an endemic specie of state of Hidalgo, Mexico, although some authors point out that

1 | "Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2014" Multidisciplinario, 10 y 11 de abril de 2014, México



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

there is in San Luis Potosi and Guanajuato, although in this last apparently already extinct . The growth and development of this plant is slow to reach a diameter of 10 cm must pass four years. It is an endangered species according to NOM- 059-2010 , slow growth and the time it takes to produce seed makes a susceptible species to move from one status plant threatened in critical condition 2.3 (IUCN) to extinction. In this study plants were 10 months old and is used to evaluate the fertilizer every 6 month, the sources were based fertilizer nitrogen , phosphorus and micronutrients . It was considered as variables, plant height, plant diameter, number of ribs and number of areolae per rib. The results so far show that the use of fertilizer promotes growth of this species. The aim of this study was to evaluate the effect of fertilization on the growth of *Echinocactus grusonii* .

Key words: development, growth, areolas, correlation, endemism.

INTRODUCCIÓN. Los cactus en general presentan un crecimiento lento, esto incluye a todos los géneros de la familia de las cactáceas; existe una amplísima cantidad de géneros y especies con aproximadamente de 1500 a 1800 (Nyffeler, 2002), por lo que se subdivide en cuatro subfamilias: Cactoideae, Maihuenioideae, Opuntioideae y Pereskioideae (Anderson, 2001; Taylor y Zappi, 2004; Edwards y Donoghue, 2006). El *grusonii* presenta un lento crecimiento, de 1-2 cm por año; o menos dependiendo de las condiciones de estrés; es atractiva por su colorido y presencia de espinas de color oro. Los cactus se concentran en regiones con escasa precipitación, aire seco, mucha luz solar, suelos porosos y altas temperaturas (Cornet, 1985). El *grusonii* está catalogada como planta en peligro de extinción (NOM-ECOL-059-2001) se distribuye principalmente en la región de Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Edo. México (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991); nuevas hallazgos permite localizarla en Zacatecas (Graham *et al.*, 2013).

Aunque se ha realizado un amplio estudio sobre el "crecimiento" de estas plantas, es escasa la información sobre este género. Los principales trabajos sobre el empleo de fertilizantes en cactáceas en vivero, se basan en mezclas preparadas,



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

en dosis de 9-45-15-12. Otras propuestas al realizar la siembra, consiste en aplicar la fórmula 10-30-10 o 12-24-12 de NPK (Bárcenas, 2006). Otros factores que pueden afectar el crecimiento son la fotosíntesis, edad de crecimiento, productividad, pH (Nobel, 1988).

El nitrógeno es un elemento limitante en el suelo para el crecimiento de cactáceas, ya que cuando está presente en más del 2% del peso seco en el clorénquima de agaves y de cactus, se promueve la actividad metabólica. Los niveles de nitrógeno en el tejido se correlacionan positivamente con la acumulación nocturna de ácidos y de CO₂, así mismo, se obtiene un crecimiento óptimo para ambas especies, cuando el nivel de nitrógeno en el suelo es superior al 0.1% en relación al peso seco del mismo (Nobel, 1988). Stafanis y Laghans (1980) reportan que al incrementar el nivel de nitratos en la solución hidropónica se incrementó el crecimiento de plantas de *Agave deserti*, *Carnegiea gigantea*, *Ferocactus acanthodes* y *Trichocereus chilensis*.

Tanaka *et al.* (1983) al estudiar el crecimiento de *Echinocactus grusonii* bajo condiciones hidropónicas, obtuvo que al emplear el doble de dosis de nitrógeno en la solución nutritiva se incrementó el largo y ancho de la planta, y que las concentraciones de NPK Ca y Mg, favorecieron su desarrollo. Guzmán 1994 menciona que en pitahaya incrementa su crecimiento a la aplicación de fertilización orgánica y fertilización química con 1 a 1.5 kg de la fórmula 18-46-00. Ortiz (2000) reporta que el uso de fósforo en mayor cantidad en *Hilocereus undatus* al inicio de la floración y formación de fruto, se logró mejor respuesta, pero que entre las mismas especies (color de fruta) presentan diferencias en absorción. En trabajos desarrollados en el cultivo de cactáceas realizados por Oviedo *et al.* (2003) al estudiar la reproducción y crecimiento de cactáceas bajo condiciones de invernadero, utilizó una fertilización de 9-45-15 que permitió tener plantas que mostraron un buen crecimiento, las aplicaciones de 1.5 g por litro de agua fueron hechas en plantas de 3 a 8 meses cada 2 meses, y de 8 meses a 6 años cada 4 meses, mientras que las plantas de mayor edad la aplicación se hizo



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

cada 6 meses. Se observó que el nitrógeno favoreció el crecimiento y da a las plantas un color verde y lozano; mientras que el fósforo, favorece especialmente la floración y finalmente el potasio hace que las plantas se vuelvan más duras y más resistentes a la sequía.

El crecimiento en cactus es afectado por factores como la concentración de carbohidratos, humedad del suelo, intensidad lumínica, estado fenológico, temperatura y concentración del AG_3 . La aplicación de AG_3 estimuló el alargamiento de tallos en plantas viejas (10^{-3} M) en otoño (Pimienta *et al.*, 1998).

Las plantas de *S. queretaroensis* tienen un lento crecimiento en suelos rocosos. En general las tasas de lento crecimiento se presenta en suelos pobres nutrimentalmente pero su alta plasticidad le permite sobrevivir (Grime and Hunt 1975). Las plantas con crecimiento tienen un periodo de vida corto, mientras que las plantas con crecimiento lento presentan una mayor longevidad (Robinson 1991). El lento crecimiento de *S. queretaroensis* está asociado con bajas concentraciones de nitrógeno, clorofila y de algunos micronutrientes (Fe, Mn) (Nobel y Pimienta-Barrios 1995). La baja concentración de AG_3 y otras fitohormonas puede contribuir al lento crecimiento de *S. queretaroensis* (Pimienta *et al.*, 1998). En plantas de *Stenocereus queretaroensis*, se reporta que deja de crecer a los 100 años, al declinar su actividad fotosintética, incrementa la respiración y disminuye la conductividad del xilema (Yoder *et al.*, 1994).

El lento crecimiento, aunado al saqueo de plantas en su ambiente está provocando serios problemas de su sobrevivencia en sus áreas endémicas. Su crecimiento en condiciones naturales es de 0.7 a 1.5 cm por año, por ello su reproducción, cuidado y manejo en invernadero permite tener más rápidamente su multiplicación que en condiciones *in situ*. En la tribu Cactaeae, sujeto de este estudio, predominan los géneros con individuos de talla baja, como *Aztekium* y *Mammillaria*, pero también hay géneros cuyos integrantes tienen alturas de más de 1 m, como *Echinocactus* y *Ferocactus*, o de tallas intermedias (20-30 cm),



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

como *Escobaria*, *Neolloydia* y *Thelocactus*. Anderson (2001) señala que en la tribu Cactae las formas de crecimiento son cespitosas, globosas, globoso-deprimido o con forma de barril.

Otro término empleado en cactáceas es una forma de crecimiento que se define como barril (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991; Anderson, 2001). De acuerdo con Vázquez-Sánchez *et al.* (2012) señala que el crecimiento del *grusonii* es de forma globosa, reconocida Buxbaum (1950) como tipo de crecimiento en forma de esfera, como forma predominante en la tribu de la Cactae (Anderson, 2001). El crecimiento globoso terminal es más lento y el crecimiento lateral es más rápido. El hábito de crecimiento describe el aspecto exterior de la planta (Font Quer, 1977), mientras que forma de crecimiento describe la figura geométrica de los individuos. En la Cactae no es recomendable utilizar el concepto hábito para describir a sus especies, crea confusión al compararlo con otros miembros de Cactae u otras Eudicotiledoneas. En base a lo anterior se considera que las cactáceas por su lento crecimiento merecen una atención especial y se propone como objetivo, evaluar el efecto de la fertilización química en el crecimiento de *Echinocactus grusonii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el invernadero del Departamento de Estudios de Posgrado del Instituto Tecnológico del Instituto Tecnológico de Roque, ubicado en km. 8 carr. Celaya- J. Rosas, en el poblado de Roque, Celaya, Guanajuato. Las semillas se obtuvieron de colecta de frutos de una planta madre *ex situ*, que se ubica en la parte frontal de la entrada del Instituto.

Los frutos colectados se colocaron en un contenedor de vidrio y se secó a medio ambiente, hasta que el mucílago de la baya se secó completamente y se pudiera extraer las semillas con facilidad. Las semillas se colocaron a germinar en una caja de plástico de largo 45 cm, ancho 29.5 y de profundidad 14.5 cm, en un sustrato de arena y materia orgánica, la germinación se obtuvo entre los 12 a 20



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

días, y cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 1.5 a 2 cm, se realizó el trasplante donde se mantuvieron hasta tener un año de edad.

El establecimiento del experimento consistió en evaluar el efecto de la fertilización química en el crecimiento de *Echinocactus grusonii*, los tratamientos evaluados se emplearon los fertilizantes: Tratamiento 1) Tricel 20 (1.5 g l^{-1}); Tratamiento 2) Tricel 20 + Poliquel ($1.5 \text{ ml l}^{-1} + 1.5 \text{ g l}^{-1}$); Tratamiento 3) Superfosfato + NG-Potasio (10-20-20); Tratamiento 4) Tricel + Superfosfato+NM potasio (10-40-40); Tratamiento 5) Tricel+Superfosfato (10-20-40); Tratamiento 6) Mg + Superfosfato + NM-potasio (4.6-40-20); Tratamiento 7) Soluciones MS (1-5) (105 ml l^{-1}); Tratamiento 8) Testigo; las aplicaciones fueron cada seis meses, el pH del suelo donde se estableció fue de 6.1, el sustrato fue de materia orgánica y suelo agrícola en proporción (1:1).

El experimento tuvo una distribución completamente al azar, se establecieron ocho tratamientos y a la vez constituido por 8 repeticiones ($n=8$) dando un total de 64 unidades experimentales, cada planta representaba una unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de plantas, número de costillas y número de areolas, se analizaron mediante datos promedios de las variables evaluadas y se correlacionaron los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el primer año del establecimiento y su respuesta a la fertilización, se observa en la figura 1, donde se muestra que para la variable altura del *grusonii*, se obtuvo el mejor crecimiento en el tratamiento 5 el cual contiene NPK (complementada con calcio, azufre y microelementos quelatados, enriquecido con extractos orgánicos y L-aminoácidos libres), el cual obtuvo 13.7 cm en promedio. Siendo los tratamientos con menor respuesta el 1 y 8, el primero corresponde a fertilizante con presencia de NPK y el último al testigo los cuales presentan un valor promedio de crecimiento de 5.4 y 5.7 cm respectivamente.



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

En cuanto al diámetro se obtuvo la mejor respuesta con el tratamiento 3, el cual están constituidos por la presencia de fósforo y potasio, le sigue el tratamiento 2 con presencia de (NPK) y complementada con calcio, azufre y microelementos quelatados, enriquecido con extractos orgánicos y L-aminoácidos libres. Los tratamientos con menor respuesta fueron los tratamientos 1 y 8; estos resultados coinciden con los de la variable de altura.

El valor de correlación de la altura con el diámetro en *grusonii* muestra un valor de 0.26, esto se considera una baja correlación, y en el desarrollo del experimento se pudo observar que las plantas con mayor tamaño tienen mayor altura y mayor diámetro.

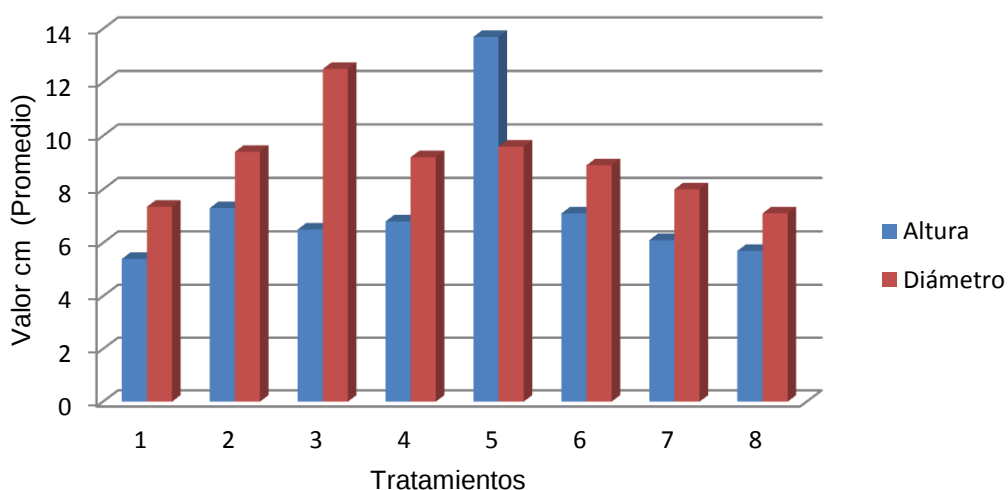


Figura 1. Efecto de la fertilización química en la altura y diámetro de *Echinocactus grusonii*, a un año del trasplante.

En la evaluación del número de costillas los mejores tratamientos se observaron en los tratamientos 1,2,3 y 5 los cuales están constituidos por los fertilizantes con adición de NPK y y complementada con calcio, azufre y microelementos quelatados, enriquecido con extractos orgánicos y L-aminoácidos libres. El menor número de costillas se presentó en los tratamientos 4 y 7, donde se observa que



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

el exceso de N, P y K, no favorece la formación de costillas. Para la variable número de areolas se observó que los mismos tratamientos del número de costillas y número de areolas, siguen un comportamiento similar. El valor de la correlación es de 0.81, el cual indica que son variables altamente correlacionadas.

La correlación de las variables como altura y número de areolas es de 0.10; mientras que la altura con el número de costillas es de 0.34, el diámetro contra el número de areolas es de 0.14 y el diámetro y el número de costillas es de 0.43, aunque existe baja correlación en un futuro podría servir de parámetros indicadores del crecimiento de esta especie.

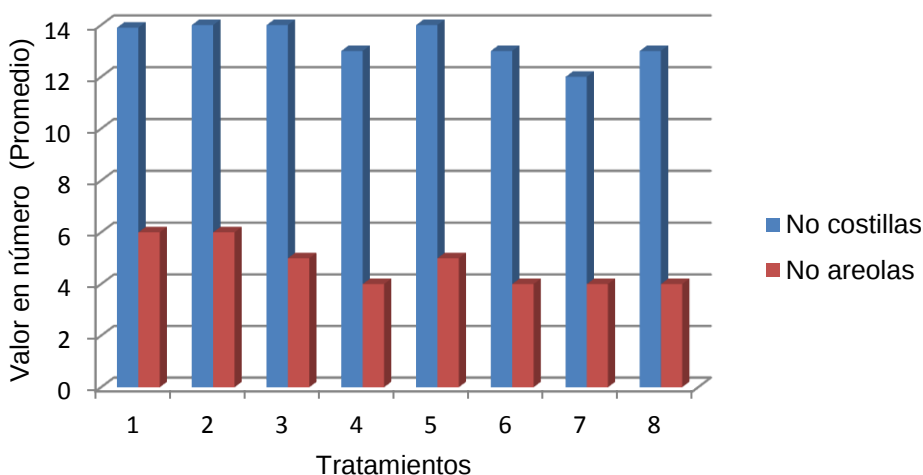


Figura 2. Efecto de la fertilización química en el número de costillas y areolas de *Echinocactus grusonii*, a un año del trasplante.

La aplicación de soluciones nutritivas completas favorece el crecimiento de plántulas de biznaga cuando crecen en sustratos alternativos como la mezcla (Peat-moss 50% agrolita 30% y vermiculita 20%), y el tezontle, no así cuando se



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

crecen en suelo natural. El tezontle con solución nutritiva completa estimula el mayor crecimiento de la parte aérea y radical de la biznaga. El contenido de fósforo 2.5 mg l^{-1} en solución nutritiva completa es suficiente para el crecimiento de la raíz de la biznaga, obteniendo un resultado nulo a la aplicación extra de fosforo (Islas, 2008), resultados que coinciden con los obtenidos en este experimento.

Luo *et al.* (2007) al realizar estudios del crecimiento y desarrollo de la raíz en *Echinocactus grusonii*, encontró que las soluciones hidropónicas incrementaron el crecimiento de *grusonii* de 307.4 a 399.1 por gr/planta en un periodo de 163 días; estos resultados conciden con los reportados en este trabajo. El crecimiento óptimo del barril de oro se observa en un pH de 5.5, no obstante cuando se encuentra establecido desde pH de 4.2 hasta 6.3 pueden crecer sin problemas, aunque su crecimiento se vea afectado levemente (Villavicencio, 2009). En este trabajo el valor del pH en el límite superior, aparentemente no afectó el crecimiento del cactus en evaluación.

CONCLUSIONES

El *Echinocactus grusonii* es una especie que responde favorablemente a la fertilización; la altura de la planta y el diámetro se vio favorecido por el uso de fertilizantes con fuentes nitrogenadas. El empleo de fuentes de nitrógeno y fósforo en dosis mayores no es recomendable. El número de costillas y el número de areolas también se incrementó por el uso de los fertilizantes con base en fuentes nitrogenadas. En cuanto a la correlación de las variables evaluadas, solamente en el número de costillas con número de areolas fue donde se obtuvo la más alta correlación.

La correlación de las otras variables posee valores bajos lo que indica que al menos en esta etapa de evaluación del crecimiento de la planta no están estrechamente relacionadas.

BIBLIOGRAFÍA



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

- Anderson, E.F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press, Portland.
- Bárcenas A.P. 2006. Determinación de zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones de pitahaya. Tesis de posgrado. Montecillo, Texcoco Estado de México.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. 1991. Las cactáceas de México. Edit. UNAM. Vol. II. pp. 103-108.
- Cornet, A. 1985. Las cactáceas de la reserva de la biosfera de Mapimi. Instituto de Ecología, México, D.F. ORSTOM.
- Edwards E.J. and Donoghue M.J. 2006. *Pereskia* and the origin of the cactus life form. *The American Naturalist*. 167:777-793.
- Guzman L.D. 1994. Fertilización de la pitahaya. En: Memorias del primer encuentro del cultivo de la pitahaya. San Marcos Nicaragua.
- Graham, Ch; Mottram, R; Hoxey, P.; Janeba, Z.; & Lowry, M. 2013. *The Cactus Explorers Club*, Briars Bank, Fosters Bridge, Ketton, Stamford, PE9 3BF U.K. 70 p.
- Grime, J.P. and Hunt, R. 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. *J. Ecol.* 63:393--422.
- Islas L., VH. 2008. Crecimiento de plántulas de biznaga (*Echinocactus grusonii* Hildman) con diferentes sustratos y soluciones. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Hidalgo. 60 p.
- Luo, J.; Wang, Y.; Lin, D.J.; Wang, M.L. Ou, Z.Ch.; Liu, S.Z. 2007. Studies on rapid culture techniques and root adaptability of *Echinocactus grusonii* in hydroponics. *Acta Horticulturae Sinica* (34) 3:711-716.
- NOM-ECOL-059-20014. Normas Oficiales para la protección ambiental. Instituto Nacional de Ecología. p.6.
- Nyffeler, R. 2002. Phylogenetic relationship in the cactus family (Cactaceae) base on evidencia from trnK/matK and trnL-trnF sequences. *American Journal of Botany* 89:312-326.
- Nobel, P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México, D.F.
- Nobel, P.S. and Pimienta-Barrios, E. 1995. Monthly stem elongation for *Stenocereus queretaroensis*: relationships to environmental conditions, net



"CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014"
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

CO₂ uptake and seasonal variations in sugar content. Environ. Exp. Bot. 35:17--24.

Stefanis J. P.; and Langhams R.R. 1980. Factor influencing the culture and propagation of xerophytic succulent species. HortSciences 15:504-505.

Ortíz H.,Y D. 2000. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hilocereus undatus*). IPN, CONACYT, SIBEL y FMCN. México.

Oviedo R, M. del R ; Reyes S.J; Gutiérrez de la R, A; Ponce de León G, L. 2003. Mantenimiento y propagación de Cactáceas y crasuláceas para su conservación en el jardín botánico IB-UNAM. Jardín Botánico, Instituto de Biología.UNAM.Universidad Autónoma de México. 40 p.

Padrón P. C. A. 2012. Innovaciones en el agrodesarrollo de las cactáceas. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3 (1): 038-079.

Pimienta E.; Hernández G.; Domingues A.; and PARK S. N. 1998. Growth and development of the arborescent cactus *Stenocereus queretaroensis* in a subtropical semiarid environment, including effects of gibberellic acid. Tree Physiology 18: 59-64.

Robinson, D. 1991. Strategies for optimising growth in response to nutrient supply. *In* Plant Growth Interactions with Nutrition and Environment. Society for Experimental Biology, Seminar Series 43. Eds. J.R. Porter and D.W. Lawlor. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp 177--205.

Tanaka, T.; Rikitoku, M.; and Gomi, K.1983.Effect of N,P and K on growth and chemical composition of cactus (*Echinocereus grusonii* Hildm.). Horticultural abstracts 53:855.

Taylor N. y Zappi D. 2004. Cacti of Eastern Brazil. Kew Publishing, Kew.

Villavicencio L.2009. The center for applied horticultural research. Annual report. Vista California. USA. pp. 32-37.

Yoder, B.J., M.G. Ryan, R.H. Waring, A.W. Schoettle and M.R. Kaufmann. 1994. Evidence of reduced photosynthetic rates in old trees. For. Sci. 40:513--527.