Germinación de semillas y efecto de las hormonas en el crecimiento de *Mammillaria pectinifera*

María del Carmen Navarro*, Ana Paulina Deméneghi
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México
(*)Email: mcnavarr@siu.buap.mx

RESUMEN
En México el género *Mammillaria* destaca por su amplia distribución y su alto grado de endemismo. *Mammillaria pectinifera*, es endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, es un cactus de lento crecimiento cuyas poblaciones han disminuido debido al cambio de uso de suelo. En el presente trabajo se llevaron a cabo pruebas de germinación con diferentes tratamientos de escarificación de semillas, se obtuvieron plántulas de *Mammillaria pectinifera*, que fueron sometidas a diferentes concentraciones de Agromil-plus (Citocinina-Giberalina-Auxina) para comparar el efecto en el crecimiento de las mismas. Durante dos meses y medio, cada 15 días se registró la altura de las plántulas. Los tratamientos de escarificación no favorecen la germinación de esta especie ya que el mayor porcentaje de germinación (95%) se registró en las semillas que no fueron sometidas a escarificación. La altura de las plántulas después de la aplicación de la hormona en promedio fluctuó de 9.2 a 10.4 mm, los resultados mostraron diferencias significativas entre las concentraciones hormonales; sin embargo, las alturas obtenidas en las plantas no fueron mayores a las registradas en el testigo, esto implica que la aplicación de Agromil-plus en plántulas de M.pectinifera no es factible para acelerar su crecimiento.
Palabras clave: Escarificación, Germinación, Hormona, Mammillaria pectinifera

ABSTRACT
In Mexico the genus Mammillaria stands out due its broad distribution and a high endemicity degree. ***Mammillaria pectinifera*** *is endemic to Tehuacán – Cuicatlán valley, it's an slow growing cactus whichs populations have diminished because of soil use change. In this work, germination tests were applied under different treatments of seed scarification,* ***Mammillaria pectinifera*** *seedlings were obtained an then submitted to different concentrations of Agromil-plus (Citokinine-Gibereline-Auxine) in order to compare the growth effect. Every 15 days, during two and a half months seedling height was measured. Scarification treatments don't benefit germination since the highest germination rate (95%) was accomplished in seeds that were not scarified. Seedling height after hormone application varied between 9.2 and 10.4mm, results showed significant differences between hormone concentrations, nevertheless, heights obtained in seedlings*

weren't higher than in witness treatment. This implies that the application of Agromil plus in ***Mammillaria pectinifera*** *seedlings is not reasonable for growth speed acceleration.*
Key words: Scarification, germination, hormone, Mammillaria pectinifera

En México se localizan 55 géneros de la familia Cactácea (Zavala-Hurtado, 1997).El género *Mammillaria* cuenta con 200 especies, siendo México su principal centro de diversificación, y con un alto grado de endemismos. Tal es el caso de *Mammillaria pectinifera*, especie endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, es un cactus solitario, globoso, alcanza una talla de 3 cm en su etapa adulta, florece entre noviembre y marzo, sus frutos están parcialmente embebidos en las axilas de los tubérculos; habita en matorral xérofilo y pastizal, sobre suelos calizos; esta especie en particular presenta un lento crecimiento y una distribución restringida. (Arias, *et al.* 1997).

La multiplicación de cactáceas puede realizarse por medio del cultivo de tejidos *in vitro*, por propagación vegetativa y por semilla (Rojas, 1995). La propagación por semilla es una forma tradicional y convencional. Las semillas se pueden obtener de dos maneras, una es la colecta en el campo y la otra es por la polinización natural o artificial de un cultivo. Las ventajas de este método son: obtención de individuos con nuevas características genéticas, único medio de reproducción cuando una especie tiene limitantes para su propagación vegetativa y disminución del costo de operación. Las desventajas son: difícil obtención de semillas y la lentitud en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Reyes, 1994).

Un aspecto importante que se debe considerar en las estrategias de conservación de Cactáceas, es el lento crecimiento que presentan algunas especies, lo que influye no solo en que algunas plantas alcancen su madurez hasta una edad muy avanzada, sino también en una de las etapas del ciclo de vida más críticas para la sobrevivencia de los individuos (fase de plántula), consecuentemente el tamaño que alcancen los individuos en los primeros meses de vida es fundamental para su establecimiento y desarrollo (Valiente-Banuet, *et al.* 1991).

Cuando la reproducción ocurre por medio de semillas y en condiciones de invernadero, debe tomarse en cuenta para estas especies cuáles serán los mecanismos que incrementen la velocidad de crecimiento de sus plántulas, entre las sustancias que pueden cumplir este papel se encuentran las hormonas de crecimiento, que van a controlar sus procesos de desarrollo (Rojas, 1995).

Mammillaria pectinifera, es una especie endémica del estado de Puebla, crece en hábitats muy restringidos, algunas de sus poblaciones se encuentran en áreas cercanas a las zonas urbanas, lo que genera que las plantas sean explotadas para su comercialización. Dicha especie se encuentra catalogada en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) como amenazada, debido a que se caracteriza por presentar un crecimiento lento, con las pruebas de germinación a las que se han sometido las semillas de la especie se pretende determinar el tratamiento idóneo para su propagación en invernadero, y al aplicarle una hormona de crecimiento, determinar la concentración que favorezca el crecimiento de las plántulas; lo anterior con la finalidad de disminuir la presión a que están sujetas las poblaciones de esta

especie por el cambio de uso de suelo y la extracción de ejemplares de su hábitat lo cual será una contribución a su conservación.
En el trabajo se evaluó el efecto de diferentes tratamientos de germinación así como el crecimiento de las plántulas de *Mammillaria pectinifera,* después de la aplicación de diferentes concentraciones de hormona (Agromil-plus).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizo de junio de 2004 a febrero de 2007 y se llevó a cabo en tres fases.

1. Pruebas de germinación

En junio de 2004 se realizaron pruebas de germinación con semillas de *M. pectinifera* colectadas ese mes de la "Colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla", así como en las semillas almacenadas desde junio de 2003 en el Laboratorio de Ecología Vegetal de la Escuela de Biología de la BUAP.
Se lavaron las semillas con cloro al 70% por 3 min y se enjuagaron con agua destilada durante 1 min. Los tratamientos utilizados fueron: 1) ácido sulfúrico/1min, 2) agua destilada a 50°C/10 min, 3) Tween al 5% /1 min y 4) giberelina (0.243 gr de "Activol" en 250 ml de agua destilada) con la que se saturó el sustrato a capacidad de campo. Después se sumergieron las en fungicida (1 gr de Captan en 20 ml de agua destilada) por 1 min. El testigo y cada tratamiento tuvieron 20 semillas de cada año y debido a la escasez de ellas el tratamiento con giberelina se realizó sólo con 10 semillas de cada edad.
Se utilizaron 2 charolas de plástico esterilizadas de 28 x 17 cm donde se colocaron las semillas del testigo y 3 tratamientos y una de 14 x 14 cm para el tratamiento de giberelina aplicada al sustrato. En las charolas grandes se utilizaron 500 gr de sustrato humedecido a capacidad de campo y en la pequeña 250 gr. El sustrato se preparó por medio de la mezcla de tierra de hoja, cacahuatillo y arena en proporción 3: 2: 1 y fue esterilizado en un horno de microondas por 10 min. A las charolas se les colocó un plástico transparente para permitir la creación de un microambiente húmedo. Las charolas se revisaron diariamente para registrar el número de semillas que germinaron durante tres meses

2. Obtención de plántulas

Después de someter a las semillas a estas pruebas de germinación se trabajo con el testigo ya que en este se obtuvo el mayor número de plántulas.
Para la producción de plántulas de *M. pectinifera,* se colocaron las semillas en charolas de plástico de 14 x 14 cm, en cada una se sembraron 25 semillas, en un sustrato que contenía, una mezcla de tierra de hoja, cacahuatillo y arena en una proporción 3:2:1. La cantidad se sustrato que se utilizó por charola fue de 250 gr, el cual se humedeció a capacidad de campo y posteriormente se esterilizo durante 10 min en horno de microondas. Se utilizaron en total 25 unidades experimentales. El riego de las charolas se llevo a cabo tres veces por semana, una vez que se obtuvieron las plántulas de *M. pectinifera,* se midieron con un vernier digital y se seleccionaron 125 plántulas con un tamaño aproximado de 8 a 13 mm.

3.-Aplicación de la hormona de crecimiento (Agromil-plus) a diferentes concentraciones.
Se prepararon cinco charolas de plástico de 28 x 17 cm., con 500 gr de sustrato de tierra de hoja, cacahuatillo y arena en proporción 3:2:1, humedecido a capacidad de campo y esterilizado 10 min en horno de microondas.
De las 125 plántulas obtenidas se seleccionaron aleatoriamente 25 que se sembraron en las charolas preparadas para este fin.
A cada lote experimental se le aplicó la hormona (Agromil Plus) en las siguientes concentraciones: 0,75; 1,0; 1,25 y 1.5 ml disueltos en un litro de agua destilada; a una charola no se le aplicó hormona (Testigo). Las charolas fueron regadas cada tercer día y cada semana se cambiaban de posición para minimizar el efecto de los factores ambientales en el invernadero.
Dos meses después de la aplicación del tratamiento, se registró la altura de las plantas con un vernier digital y se describió su morfología con respecto a los diferentes tratamientos a los que fueron sometidas. Las mediciones se llevaron a cabo cada dos semanas durante dos meses y medio.

RESULTADOS

Los porcentajes de germinación para las semillas de *M. pectinifera* variaron entre los diferentes tratamientos, el mayor porcentaje (95%) se presentó en el Testigo, los tratamientos de giberelina y ácido sulfúrico registraron valores semejantes 85 y 80% respectivamente; mientras que el valor más bajo (50%) se obtuvo para las semillas sumergidas en Tween (Figura 2). Además sólo germinaron las semillas que se colectaron el año 2004.
La altura de las plántulas después de la aplicación de la hormona tuvo un promedio que fluctúo de 9.2 a 10.4 mm, (Figura 3). Los resultados mostraron diferencias significativas en el crecimiento de las plántulas para las distintas concentraciones hormonales
($F= 3.9278$, $p= 0.00494$). Las mayores alturas se obtuvieron para el tratamiento de 1,5 ml de Agromil plus, en contraste las plantas más pequeñas se registraron con 0,75 y 1,0 ml de hormona.
Con respecto a las características morfológicas de las plántulas, estas varían de acuerdo a la concentración de Agromil-plus a la que fueron sometidas, para 0,75 ml y el testigo, las plántulas no mostraron ninguna variación en sus características morfológícas; mientras que, las plántulas que se sometieron a 1,25; 1,0 y 1,50 ml de hormona , fueron las que presentaron deformaciones (tallos aplanados y sin espinas); además de presentar un color rojizo, en la concentración de 1.50 ml se observó la mayor cantidad de plántulas con deformaciones

DISCUSIÓN

Entre las especies de la familia Cactácea es frecuente la gran producción de semillas, está característica les confiere un alto porcentaje de germinación, pues se ha visto que los porcentajes oscilan del 0 hasta el 100%, bajo diversas condiciones que facilitan el establecimiento. El tiempo de almacenamiento de las semillas es un factor muy importante para la obtención de plántulas de cualquier especie, pues no afecta de la misma manera en todas las semillas;

respecto a la viabilidad de las semillas. Trejo y Garza (1993) registraron que las de *M. heyderi,* de cero años de edad tiene un porcentaje de germinación menor, a diferencia de las de dos y tres años; mientras que, en las de cuatro años la viabilidad disminuyó. Genis (2002), estudió la respuesta de germinación en semillas de cero y 17 meses *Mammillaria haageana* y *Melocactus ruestii* y encontró que las semillas de 17 meses tuvieron mayores porcentajes de germinación en ambas especies. En contraste las semillas de *M. pectinifera* al parecer pierden viabilidad con el tiempo de almacenamiento, las de doce meses de almacenaje germinaron casi en su totalidad (95%) sin necesidad de someterlas a escarificación, esto concuerda con lo observado para *M. monticola*. (Burguete-Ruíz & Navarro 2004) en consecuencia puede suponerse que las semillas de ambas especies no presentan mecanismos de latencia.

Para Cactáceas globosas como *M. magnimamma,* Ruedas *et al* (2000), observaron que la germinación de las semillas no va a depender de los tratamientos de escarificación a los cuales sean sometidas, ya que en el testigo se registro un porcentaje mayor de germinación (90%) con respecto a los demás tratamientos; estos resultados no coinciden con los obtenidos por Sánchez-Salas *et al.* (2006) ya que ellos registran mayor germinación (58%) en semillas tratadas con ácido sulfúrico, lo mismo ocurre para *Opuntia joconostle Weber,* donde las semillas fueron escarificadas con ácido Giberélico y se obtuvo un valor de 80% (Sánchez, 1997). Para *M. pectinifera,* se registro un 95% de germinación en el testigo, en condiciones de invernadero, esto nos hace pensar que en condiciones naturales las características de las semillas no son un impedimento para la germinación, sino esto puede ser causado por los diferentes factores ambientales como luz, temperatura y humedad.

Las hormonas de crecimiento como giberelina y auxinas estimulan el crecimiento posibilitando brotes y elongación celular, aumentando la talla de una manera rápida, (Raven, *et al*., 1992). La aplicación de hormonas en las plántulas de *M. pectinifera,* ocasionó variación en las alturas de las plántulas cuyos tamaños fueron aproximadamente de 1 cm, lo anterior sugiere que suministrar Agromil plus en plántulas de *M. pectinifera* favorecerá su crecimiento; sin embargo donde se registraron las mayores alturas, las plántulas tuvieron cambios de forma, coloración y número de espinas en consecuencia utilizar Agromil-plus en plántulas de *M. pectinifera* no es factible para acelerar su crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, S., S. Gama. & L. U. Guzmán. 1997. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. Cactaceae A. L. Juss. Universidad Nacional Autónoma de México. 146 p.p.

Burguete-Ruíz, D. A. & M. C. Navarro. 2004. Estudios preliminares de germinación en *Mammillaria monticola*. IV Congreso Mexicano y III Latinoamericano y del Caribe de Cactáceas y otras suculentas. Guadalajara, Jalisco, México. p. 168.

Genis, M. F. 2002. Estudio sobre germinación y crecimiento de plántulas en *Mammillaria haageana* y *Melocactus ruestii*. Tesis profesional. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Raven, H., R. Evert & S. Eichhorn. 1992. *Biología de las plantas*. Editorial Reverté, S. A. Tomo II. España. 773 p.p.

Reyes, J. 1994. Métodos para la propagación de cactáceas mexicanas. *Amaranto* 7 (2): 1-12.
Rojas, M. 1995. Estudios sobre la germinación de cactáceas del Valle de Zapotitlán de las **Salinas, Puebla. Tesis M. en C.** Facultad de Ciencias. UNAM. 114 pp.
Ruedas, M., T. Valverde & S. Castillo. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma (Cactáceae)* bajo diferentes condiciones ambientales. Bol. Soc.Bot. 66: 25-35.
Sánchez-Salas, J., J. Flores & E. Martínez-García. 2006. Efecto del tamaño de semilla en la germinación de *Astrophytum myriostigma*. *INTERCIENCIA;* 31(5):371-37.
Sánchez, G. 1997. Germinación, viabilidad y características distintivas de la semilla de *Opuntia joconostle* Weber, forma cuaresmero. *Cact. Suc. Mex.* XLII:16-20.
Trejo, L. & M. Garza. 1993. Efecto del tiempo de almacenamiento en la germinación de semillas de *Mammillaria heyderi* Muchl. en 4 sustratos. *BIOTAM* 5 (3): 19-24.
Valiente-Banuet A. & E. Ezcurra. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, México. *Jour. of Ecol.* 79:961-971
Zavala-Hurtado, A. 1997. *Suculentas mexicanas/Cactáceas*. Edit. UNAM. CONABIO. CVS Publicaciones. México.

Figura 1. Ejemplar de *Mammillaria pectinifera* en la Colección de Cactáceas y Suculentas de Puebla "Helia Bravo-Hollis"

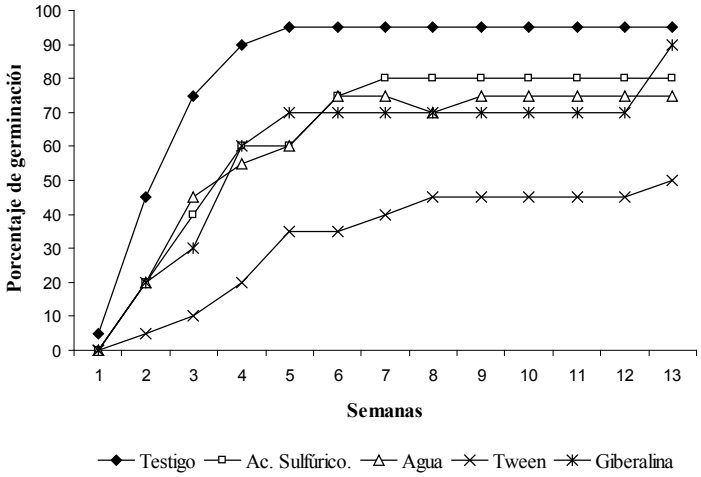

Figura 2
Porcentajes de germinación obtenidos para semillas de *Mammillaria pectinifera* sometidas a diferentes tratamientos de escarificación.

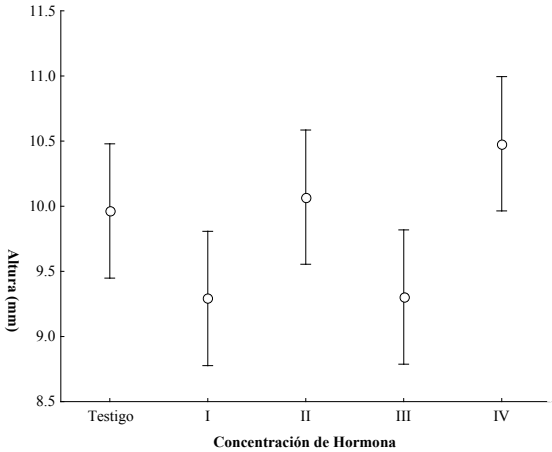

Figura 3
Altura de las plántulas de *Mammillaria pectinifera*, registradas para distintas concentraciones de Agromil-Plus. I.- 0,75 ml, II.- 1 ml, III.- 1,25 y IV.- 1,5 ml,