



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ÁRIDAS



Instituto de Innovación en Biosistemas para el
Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

3 Y 4 DE DICIEMBRE DE 2020



PARA TODOS
Dgo

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

PARA TODOS
Dgo

CONSEJO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Oregon State
University



**NORTHLAND
POWER**

Directorio

Universidad Autónoma Chapingo

Dr. José Solís Ramírez
Rector

Dr. Artemio Cruz León
Director General Académico

Dr. Arturo Hernández Montes
Director General de Investigación y Posgrado

Q.F.B. Hilda Flores Brito
Directora General de Administración

M. Sc. Buenaventura Reyes Chacón
Director General de Patronato

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas

M. C. Rafael Carrillo Flores
Vicerrector

M. C. Oscar Esquivel Arriaga
Subdirector Académico

Dr. Jesús G. Arreola Ávila
Subdirector de Investigación y Posgrado

M.C. Cristóbal Hernández Bautista
Subdirector Administrativo

Ing. Juan German Acosta Gutiérrez
Subdirector de Patronato

XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

Memoria: Ponencias Orales y Carteles

Compiladores:

José Manuel Cisneros Vázquez, Gonzalo Hernández Ibarra, Jesús G. Arreola Ávila,
Gonzalo Abelino Torres, Emmanuel Roblero Méndez, Fabián Arroyo Balán.

ANÁLISIS DE LA MORFOLOGÍA, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y PERFILES DE PROTEÍNAS EN EL PROCESO DE GERMINACIÓN DE *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*

Tania Lizeth Bahena Corona¹, Raquel González Fernández¹, José Valero Galván^{1*}

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas. Av. Plutarco Elías Calles, Fovissste Chamizal. Ciudad Juárez, Chihuahua. C.P. 32310. *Autor de correspondencia: jose.valero@uacj.mx

Introducción

En México se encuentra la mayor diversidad de cactáceas, albergando alrededor de 700 especies. Esto convierte a nuestro país en el más rico en biodiversidad y endemismo; es decir, que aproximadamente el 85% de estas especies no se encuentran en otro lugar, por lo que es de gran importancia mantener el cuidado de estas especies. *Echinocactus platyacanthus* es una especie que pertenece a la familia de las cactáceas y conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentra en la categoría de riesgo Pr (sujeta a protección especial), ya que podría encontrarse en amenaza por factores negativos en sus poblaciones naturales. Uno de los factores que afecta directamente a esta especie es la producción de acitrón, el cual es un dulce tradicional de México que es elaborado a partir de los callos de esta especie (Jiménez-Sierra, 2011). Mientras que, el estado de conservación de *Echinocereus triglochidiatus* es de preocupación menor.

Las cactáceas son plantas muy vulnerables a perturbaciones debido a las características morfológicas que presentan, teniendo tasas de crecimiento muy bajas y ciclos de vida largos, por lo que, para estas especies, la germinación es un proceso tardío. Debido a esto se han llevado a cabo técnicas como la escarificación con ácidos para favorecer la permeabilidad de la testa y acelerar el proceso de germinación de las semillas, simulando el paso de estas por el tracto digestivo de vertebrados, lo cual ocurre en su hábitat natural (Navarro et al., 2014). Como en el caso de *Opuntia* spp. donde se realizan métodos de escarificación mecánica y la inmersión en agua caliente o en ácidos para facilitar el proceso de la germinación. Asimismo, se ha encontrado que los frutos y semillas del género *Opuntia* spp., tiene un alto contenido de proteínas, vitamina C, flavonoides y betalainas; sin embargo, en otras especies que pertenecen a la familia de las cactáceas se desconoce los índices de germinación y las características fisicoquímicas de los frutos y semillas.

En esta investigación se midieron las condiciones in vitro que favorecen el proceso de germinación, el análisis fitoquímico y la morfología de las semillas en *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*.

Materiales y Métodos

Las semillas se obtuvieron de los frutos de ejemplares localizados en el Jardín Botánico del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Las semillas se recolectaron del fruto y fueron depositados en un microtubo de centrifuga y se mantuvieron a temperatura ambiente para su posterior análisis. La morfología de las semillas fue realizado por un análisis de imágenes con el software ImageJ (Eliceiri et al, 2017) donde se analizó el peso, área, perímetro, largo, ancho, relación largo-ancho, la forma de la semilla, patrón de la testa, homogeneidad de la testa, forma de la celda, coloración y lustre. Para determinar el peso de las semillas se tomaron de manera individual 60 semillas, pesándolas en una balanza analítica y registrando el peso individual de cada semilla. Para el análisis de la germinación se tomaron 60 semillas de cada especie y fueron lavas con hipoclorito de sodio al 5% y agua destilada, se dejaron secar a temperatura ambiente.

Las semillas fueron pesadas de manera individual en una balanza analítica posteriormente en 6 cajas Petri, se agregó tierra estéril hasta la mitad de la caja Petri y se colocaron 20 semillas en cada caja, agregando 13 mL de agua, se colocó la tapa a cada caja y se mantuvieron en el cuarto de incubación con 12 horas luz y 12 horas oscuridad, con una temperatura de 37°C. Las semillas se retiraron después de un lapso de 7, 14 y 21 días para las pruebas de capacidad de germinación, el proceso de imbibición y la concentración proteica.

Una vez transcurridos los 21 días se determinaron los índices de germinación: a) índice de velocidad de germinación (IVG), b) porcentaje de germinación (G), c) tiempo medio de germinación (t), d) velocidad media de germinación (R). Las proteínas fueron extraídas por el método TCA-acetona/fenol y se cuantificaron por medio del método de Bradford (Valero-Galván *et al.*, 2014) a una absorbancia de 595 nm. Del extracto metanólico se realizaron disoluciones de 1:5, 1:10, 1:20 y 1:40 con metanol acidificado y se determinaron los azúcares reductores (DNS), capacidad antioxidante por el método de DPPH y FRAP, fenoles totales por el método Folin-ciocalteu, flavonoides, y taninos condensados (DMAC), para cada prueba se realizó una curva de calibración con el fin de fijar un estándar colorimétrico para cada prueba.

Resultados y Discusión

Los resultados de la caracterización morfológica de la semilla de ambas especies mostraron que hay diferencias significativas entre ellas ($p < 0.05$). Las semillas de la especie *Echinocactus platyacanthus* presentó las mejores características de peso, largo, ancho, área y perímetro. Mientras que la especie *Echinocereus triglochidiatus* mostró los valores menores en las mismas características. Los índices de germinación de las semillas mostraron diferencias significativas, ya que presentaron valores de significancia menores de 0.05. Se obtuvieron los parámetros de germinación después de un periodo de 21 días. *E. platyacanthus* presentó un mayor porcentaje de germinación respecto a *E. triglochidiatus*, por lo que su tiempo medio de germinación fue mayor y la velocidad de germinación para ambas especies fue similar.

Los resultados mostraron una mayor concentración de proteínas y azúcares en las semillas de *Echinocactus platyacanthus* que en *Echinocereus triglochidiatus*, mientras que esta última presenta un mayor contenido en fenoles y flavonoides. Con respecto a la actividad antioxidante *Echinocactus platyacanthus* presentó una mayor actividad por el método de FRAP, mientras que *Echinocereus triglochidiatus* por el método de DPPH. De los caracteres morfológicos de las plántulas a los 21 días de germinación mostraron que no hubo diferencias significativas para el largo y ancho de las dos especies. Mientras que el peso de las plántulas de *Echinocactus platyacanthus* presentó valor más alto en comparación de *Echinocereus triglochidiatus*. Mientras que la raíz *Echinocereus triglochidiatus* presenta el valor más alto.

Conclusión

Se concluye que el análisis morfológico, análisis bioquímico y germinación de las semillas es dependiente de cada especie.

Literatura Citada

- Eliceiri, K.; Tomancak, P.; Jug, F.; Carpenter, A.; Berthold, M. & Sweedlow, J. (2017). ImageJ. Disponible en: [imagen.net/welcome](http://imagenet/welcome); consultado en mayo de 2018.
- Jiménez-Sierra, C.L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1–23. Retrieved from <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf>
- Navarro, C., Tzompa, R., & González, M. (2014). Efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas. *Zonas áridas*. 15(1), 31–47.
- Valero-Galván, J., González-Fernández, R., Valledor, L., Navarro-Cerrillo, R., & Jorrián-Novo, J. (2014). Proteotyping of holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) provenances through proteomic analysis of a corn flour. *Methods in molecular biology*. 1072, 687–706.



Universidad Autónoma Chapingo

Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas



Instituto de Innovación en Biosistemas para el Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas

Otorga la presente

Constancia

A: Tania Lizeth Bahena Corona, Raquel González Fernández,
José Valero Galván

Por su participación virtual en el **XVI Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas**,
en modalidad de Ponencia Oral, con su trabajo de investigación titulado:

Análisis de la morfología, composición bioquímica y perfiles de proteínas en el proceso de germinación de *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*.

3 y 4 de Diciembre de 2020, Bermejillo, Dgo.

M.C. Rafael Carrillo Flores
Vicerrector

Dr. José Manuel Cisneros Vázquez
Coordinador General



CONSEJO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Oregon State
University





Universidad Autónoma Chapingo
Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas



XVI CONGRESO NACIONAL SOBRE RECURSOS BIÓTICOS DE ZONAS ÁRIDAS

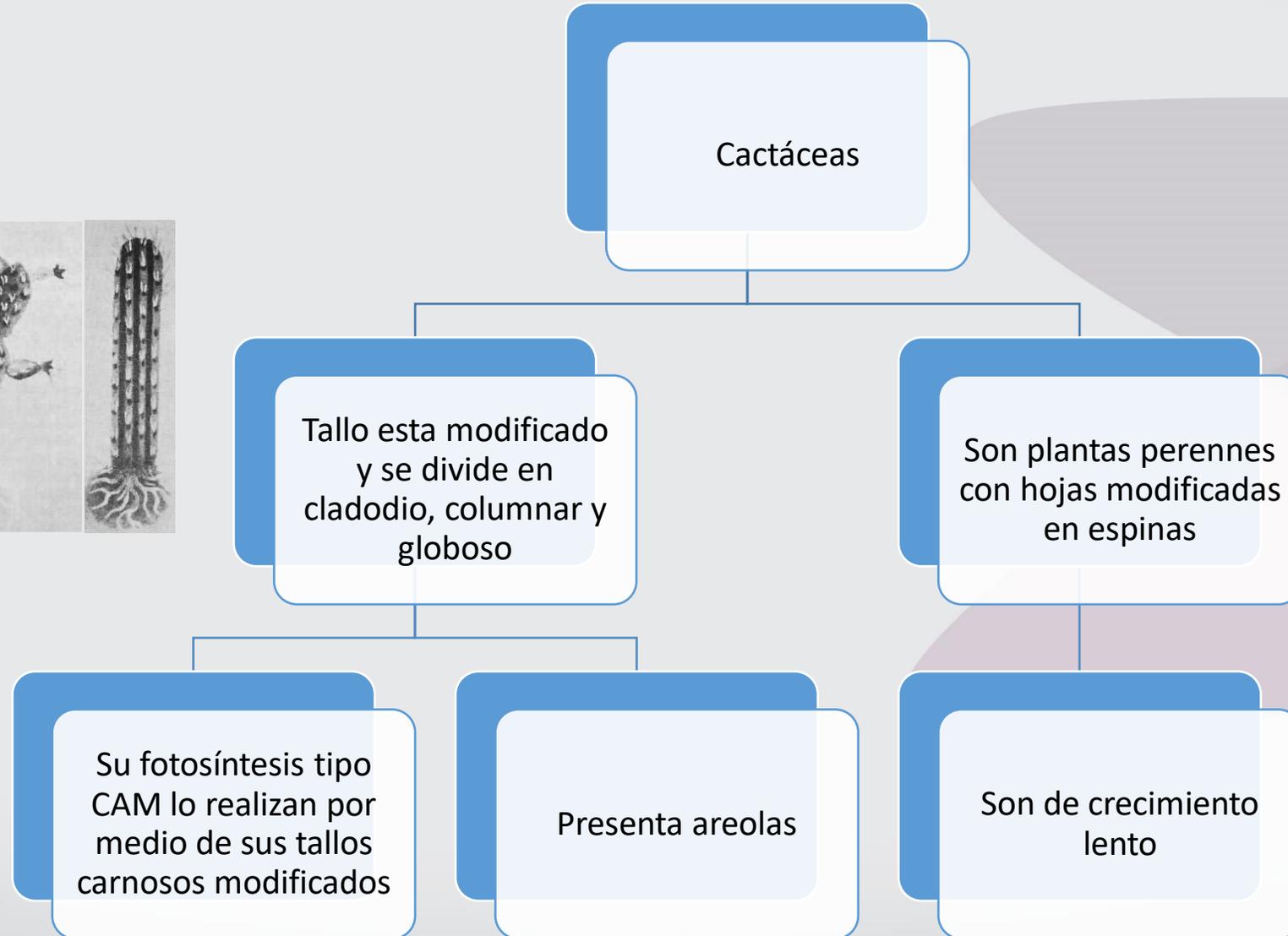
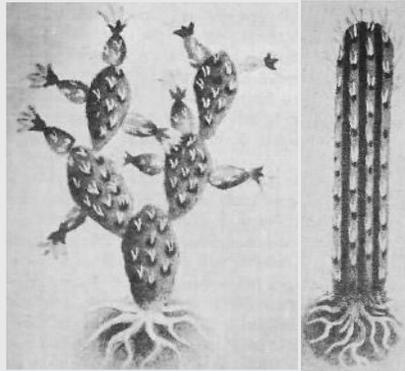
ANÁLISIS DE LA MORFOLOGÍA, COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA Y
PARÁMETROS DE GERMINACIÓN EN EL PROCESO DE IMBIBICIÓN EN
SEMILLAS DE *Echinocereus triglochidiatus* Y *Echinocactus platyacanthus*

Presenta:

Tania Bahena Corona, Raquel González Fernández, José Valero Galván

-Las cactáceas

Entre las plantas más notables que caracterizan el paisaje de las zonas áridas de México se distingue, junto con los magueyes, los mezquites y las yucas, un fascinante grupo vegetal de la familia *Cactaceae*.



-Importancia

Utilizadas en actividades humanas desde tiempos prehispánicos.



Juegan un papel importante en los ecosistemas.



Identificación de compuestos bioactivos

Parte de la planta	Compuestos bioactivos	Función
Fruto	Betalainas Vitamina C Minerales Polifenoles	Pigmentación Antioxidante Nutriente Antioxidante
Tallo	Fenólicos Pectinas Minerales Flavonoides	Polisacáridos Pigmentación
Semillas	Lípidos Tocoferoles Proteínas	Reserva y estructural Antioxidantes
Flores	Flavonoides	Pigmentación

(Kiesling, 2012).

Objetivo general

Determinar la morfología, composición bioquímica y parámetros de germinación durante el proceso de imbibición en semillas de *Echinocereus triglochidiatus* y *Echinocactus platyacanthus*.

***Echinocactus
platyacanthus***



Fuente: Jiménez, 2011.

***Echinocereus
triglochidiatus***



Fuente: Cornejo et al., (2013).

En el 2005, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales -SEMARNAT- la declaró como una especie protegida por la [NOM-059](#)

Materiales y métodos

Obtención de la muestra



Determinación de las características morfológicas



ImageJ
Image Processing & Analysis in Java



Fracción 1 (g)	Fracción 2 (g)	Fracción 3 (g)	Fracción 4 (g)	Fracción 5 (g)	Fracción 6 (g)
0.0013	0.0011	0.0011	0.0012	0.0012	0.0013
0.0014	0.0012	0.0011	0.0013	0.0012	0.0013
0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013
0.0012	0.0011	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013
0.0016	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013
0.0012	0.0014	0.0014	0.0014	0.0012	0.0013
0.0013	0.0011	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013
0.0015	0.0011	0.0012	0.0011	0.0011	0.0013
0.0014	0.0012	0.0012	0.0011	0.0012	0.0013
0.0014	0.001	0.0011	0.0013	0.0012	0.0013
0.0014	0.001	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013
0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	0.001	0.0013
0.0014	0.0011	0.0014	0.0012	0.0011	0.0014
0.0015	0.0011	0.0012	0.0014	0.0012	0.0015
0.0015	0.0013	0.0013	0.0013	0.001	0.0013
0.0011	0.0013	0.0011	0.0012	0.0012	0.0012
0.0011	0.0012	0.0012	0.0013	0.0011	0.0013
0.0012	0.0012	0.0014	0.0012	0.0011	0.0013
0.001	0.0011	0.0012	0.0013	0.0011	0.0011
0.0012	0.0012	0.0014	0.0014	0.0011	0.0012

Germinación

3 repeticiones de 20 semillas por especie



$\frac{3}{4}$ de tierra estéril
10 mL de agua



Incubación 12
luz/12 oscuridad.
Por 21 días.

Índices de germinación

Índice de
velocidad de
germinación
(IVG)

Porcentaje de
germinación
(G)

Tiempo
medio de
germinación
(t)

Velocidad
media de
germinación
(R)

Pruebas fitoquímicas

Preparación de los extractos

0.05 g de semillas de cada especie



Metanol
Maceración



Baño ultrasónico



Cuantificación de
fitoquímicos



Fenoles
Flavonoides
Azucares
Capacidad
antioxidante

Resultados y Discusión



Cuadro I. Características morfológicas de semillas de ambas especies de cactáceas en condiciones basales.

Características morfológicas de la semilla	<i>Echinocereus triglochidiatus*</i>	<i>Echinocereus stramineus</i>	<i>Echinocereus dasyacanthus</i>	<i>Echinocereus pectinatus</i>	<i>Echinocactus platyacanthus*</i>	<i>Echinocactus parryi</i>
Peso (g)	0.0012±0.0001	0.0004 ± 0.0	0.0007± 0.0002	0.000565 ± 0.0001	0.0027±0.0009	0.0043±0.0002
Largo (mm)	1.68±0.12	0.25 ± 0.02	1.31 ± 1.20	1.2065 ± 0.05	2.32±0.14	2.73±0.16
Ancho (mm)	1.20±0.14	0.17 ± 0.02	1.05 ± 0.08	0.9795 ± 0.05	1.67±0.11	2.2±0.13
Área (mm ²)	1.82±0.22	0.04 ± 0.00	1.090 ± 0.12	1.0270 ± 0.06	2.62±0.33	4.72±0.23
Perímetro (mm)	4.98±0.34	0.72 ± 0.04	3.70 ± 0.19	3.5924 ± 0.11	6.19±0.37	8.21±0.25
Relación largo y ancho (mm)	1.41±0.15	1.45 ± 0.16	1.25 ± 0.08	1.2352 ± 0.08	1.4±0.14	1.24±0.15

*Media y (±) desviación estándar de las repeticiones por triplicado de 20 semillas de cada especie.

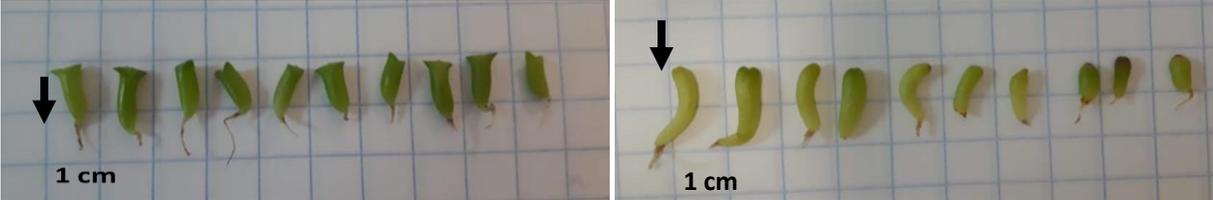
Cuadro II. Porcentaje de germinación (G), tiempo medio de germinación (t), índice de velocidad (I) y tasa de germinación (T) para las semillas de *E. triglochidiatus* y *E. platyacanthus*.



Germinación	<i>Echinocereus triglochidiatus</i>	<i>Echinocereus stramineus</i>	<i>Echinocereus dasyacanthus</i>	<i>Echinocereus pectinatus</i>	<i>Echinocactus platyacanthus</i> *	<i>Echinocactus parryi</i>
Porcentaje (%) (G)	27.5±3.53	2.5±0.5	4.16±1.0	3.33±1.10	53.33±12.58	30.66±11.50
Tiempo medio de germinación (t)	19.25±1.23	10.69±1.01	7.40±1.0	10.0±1.05	17.56±0.93	9.57±1.94
Índice de velocidad de germinación (I)	0.29±0.08	0.22±0.04	0.73±0.05	0.55±0.06	0.65±0.17	1.04±0.46
Tasa de germinación (T)	0.14±0.13	0.10±0.05	0.13±0.10	0.10±0.05	0.78±0.91	0.11±0.02

*Media y (±) desviación estándar de las repeticiones por triplicado de 20 semillas de cada especie.

Cuadro III. Tamaño promedio del largo de la raíz, altura, ancho y peso de las plántulas de ambas especies que se sometieron a germinación por lapso de tiempo de 21 días.



Características morfológicas	<i>Echinocereus triglochidiatus</i>*	<i>Echinocactus platyacanthus</i>*
Peso (g)	0.99±0.0009	1.81±0.022
Largo (mm)	1.44±0.14	1.48±0.21
Ancho (mm)	0.51±0.04	0.42±0.07
Raíz (mm)	0.62±0.13	0.43±0.10

*Media y (±) desviación estándar de las repeticiones de 10 plántulas.

Cuadro VI. Composición fitoquímica de la semilla de dos especies de cactáceas en condiciones basales.

Composición bioquímica	<i>Echinocereus triglochidiatus</i>	<i>Echinocereus stramineus</i>	<i>Echinocereus dasyacanthus</i>	<i>Echinocereus pectinatus</i>	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	<i>Echinocactus parryi</i>
Proteínas ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)	3.36 \pm 0.56 ^a	5.30 \pm 1.50	0.13 \pm 0.06	0.1763 \pm 0.04	7.5 \pm 4.35	15.83 \pm 0.5
Azúcares (mg de Glucosa/g)	113.74 \pm 20.09 ^a	80.80 \pm 7.30	815.91 \pm 569.99	829.48 \pm 57.19	463.06 \pm 66.77	6.25 \pm 0.94
Fenoles (EAG/g)	159.84 \pm 6.42 ^a	9.20 \pm 1.40	9.155 \pm 1.792	15.90 \pm 1.79	72.48 \pm 0.80	5.22 \pm 0.30
Flavonoides (EC/g)	206.71 \pm 43.45 ^a	16.8 \pm 2.50	17.50 \pm 1.50	21.50 \pm 0.50	47.41 \pm 4.10	3.09 \pm 0.42
FRAP (mm ET/g)	325.71 \pm 165.68 ^a	108.1 \pm 27.30	7.777 \pm 2.11	10.31 \pm 3.47	672.48 \pm 71.97	98.84 \pm 2.00
DPPH (mm ET/g)	0.97 \pm 0.12 ^a	23.4 \pm 3.30	433.42 \pm 40.95	454.84 \pm 45.33	0.53 \pm 0.11	13.79 \pm 0.64

*Media y (\pm) desviación estándar de la cuantificación de tres muestras.

Conclusiones

Las semillas de *E. platyacanthus* presentaron los valores más altos en las características morfológicas en comparación con las semillas de *E. triglochidiatus*. En los parámetros germinativos *E. platyacanthus* tuvo los valores más altos, a excepción del tiempo medio de germinación, en este fue *E. triglochidiatus* quien presentó el valor más alto al germinar primero, aunque la tasa de germinación fue menor que al de la otra especie.

Las semillas de ambas especies en condiciones basales presentaron compuestos fitoquímicos como los fenoles y flavonoides, siendo *E. triglochidiatus* la especie con mayor cuantificación de estos dos fitoquímicos. En las mismas condiciones basales *E. platyacanthus* presentó mayor cuantificación en proteínas.



Bibliografía

Kiesling, R. (2013). Historia de la *Opuntia ficus-indica*. CACTUSNET, 13.

Sánchez, J. A., Orta, R., & Muñoz, B. C. (2001). Tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. *Agronomía Costarricense*, 25(1), 67-91.

Jiménez-Sierra, C. L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1–23.

Cornejo Romero, A., Vargas Mendoza, C. F., Valverde, P., & Rendón Aguilar, B. (2013). Estructura genética y filogeografía en cactáceas. *Cactáceas y suculentas mexicanas*, 58(1), 4-28.

Méndez-Natera, J. R., Merazo-Pinto, J. F., & Montaña-Mata, N. J. (2008). Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Mill.). *UDO Agrícola*, 8, 61-66.