

SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, EN CONDICIONES EXPERIMENTALES. CERRO UMARCATA, VALLE DEL RÍO CHILLÓN, LIMA

SURVIVAL OF *Melocactus peruvianus* Vaupel and *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza. PLANTS AT UMARCATA HILL, CHILLON RIVER VALLEY, LIMA

Viviana Castro Cepero¹, Raúl Eyzaguirre Pérez² y Aldo Ceroni Stuva³

Resumen

Se llevó a cabo un experimento para determinar la supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, sometidas a diferente exposición solar. Se encontró que las pequeñas plántulas sobreviven de manera más saludable en condiciones de sombra. Estos resultados refuerzan la hipótesis que indica que el reclutamiento observado en el campo está favorecido por la acción benéfica de las plantas nodrizas (provee protección a sus plántulas o a las de otra especie de estrés por calor, deficiencia de agua o nutrientes y herbivoría) en los primeros años de desarrollo. En el valle del río Chillón, la nodriza son los propios cactus o las piedras al no observarse una cobertura arbustiva muy desarrollada.

Palabras clave: cactaceae, cactus, planta nodriza, valle del río Chillón

Abstract

An experiment to determine the survival of *Melocactus peruvianus* Vaupel and *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza plantlets under different solar expositions was carried out. It was found out that the small plants survive more healthfully under shade conditions. These results reinforce the hypothesis that field observed recruitment is favored by the beneficial action of nursing plants (a plant that provides protection to its own seedlings or those of another species against heat stress, water or nutrients deficiency and herbivores) in the first years of development. Cacti and stones serve as nurses at the Chillón river valley due to the lack of a well developed shrubs layer.

Key words: cactaceae, cacti, nurse plant, Chillón river valley

Introducción

Las cactáceas conforman la vegetación predominante en muchas de las regiones áridas americanas. Son comunes las interacciones mutuamente benéficas entre las plantas de estos ambientes, debido a que el reclutamiento se lleva a cabo a la sombra de árboles y/o arbustos “nodrizas”. Una planta nodriza provee protección a sus plántulas o a las de otra especie de estrés por calor, deficiencia de agua o nutrientes y herbivoría (Leirana & Parra, 1999).

El fenómeno del nodricismo ha sido descrito en varias regiones del mundo para plantas anuales y perennes que se protegen a sí mismas bajo un dosel de perennes. No obstante la universalidad del proceso, el número de especies que tienden a establecerse de esta manera, y las causas del proceso, no han sido estudiados en profundidad. Algunas hipótesis han considerado la relevancia del micro hábitat bajo el dosel de plantas, incluyendo las modificaciones producidas por los arbustos en el suelo. En el caso

particular de las cactáceas, estas son plantas suculentas con metabolismo CAM (Metabolismo Acido de las Crasuláceas), las cuales no pueden regular su temperatura a través de la transpiración. Así, la protección de la plántula contra la radiación podría ser crucial en su supervivencia (Valiente *et al.*, 1991 a). Por otro lado la acumulación de semillas tiende a ser mayor al pie de las plantas en comparación con ambientes abiertos; esto puede deberse a que las semillas son llevadas a estos lugares por animales, agua o el viento. Las semillas y plántulas camufladas por otras plantas tienden a sobrevivir en mayor número que las plantas que crecen en áreas abiertas (Valiente & Ezcurra, 1991). El patrón de establecimiento de las plantas se debe a la protección de los jóvenes cactus por otras plantas que forman un dosel (Valiente *et al.*, 1991 b; Valiente & Ezcurra, 1991). Godínez & Valiente (1998) reportan que las nodrizas incrementan el nitrógeno del suelo modificando las tasas de crecimiento y germinación, y aumentando la probabilidad de supervivencia de las

plántulas. Sin embargo, las piedras que se encuentran con frecuencia en ecosistemas áridos, pueden reemplazar a las plantas nodrizas sin interferir con la radiación que luego requiere la planta adulta (Reyes *et al.*, 2002). De acuerdo a los trabajos de Valiente & Ezcurra (1991), las condiciones microclimáticas que se presentan a la sombra de una planta nodriza se reflejan en la supervivencia de plántulas del cactus *Neobuxbaumia tetetzo*, las cuales sobreviven incluso dos años después de iniciado el experimento, en contraste con las plantas sembradas a cielo abierto que murieron en menos de 100 días. Para Godínez & Valiente (1998) las plantas nodrizas disminuyen la radiación solar en un 97% favoreciendo la supervivencia de los cactus *Neobuxbaumia tetetzo* y *Pachycereus hollianus*. El trabajo de Leirana & Parra (1999) demuestra que el cactus *Mammillaria gaumeri* necesita de plantas nodriza para poder establecerse, dado que su mortalidad es 18 veces más alta en espacios abiertos, con respecto a su mortalidad bajo plantas nodriza.

Los estudios previos hechos en los alrededores de la ciudad de Lima ponen de manifiesto la diversidad de especies de la familia Cactaceae, lo cual crea la necesidad de conocerlas, conservarlas y promover su investigación, por lo que el presente estudio tuvo como objetivo determinar la supervivencia de plántulas de *Melocactus peruvianus* Vaupel y *Haageocereus pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza, sometidas a diferente exposición solar.

Materiales y métodos

Área de estudio

El río Chillón tiene sus orígenes en la Laguna de Chonta a 4850 msnm en la provincia de Huarochirí. La cuenca se halla comprendida entre los 11°20' y 12° Latitud Sur y los 76°20' y 77°10' Longitud Oeste. Se ubica en el departamento de Lima, provincias de Lima y Canta. La cuenca limita al norte con la cuenca del río Chancay – Huaral, al sur con la cuenca del río Rímac, al este con la cuenca del río Mantaro y al oeste con el Océano Pacífico (ONERN, 1975).

La zona de colecta, llamada Cerro Umarcata, se encuentra a una distancia de 6 kilómetros del centro del distrito de Santa Rosa de Quives, a la altura del kilómetro 69 de la carretera Lima – Canta, a una altitud de 1260 msnm a 11°37'39" LS y 76°46'9" LO (Figura 1). El suelo está caracterizado por un pH que varía entre 5 y 7.6; la conductividad eléctrica varía entre 0.69 y 1.96 dS/m; el porcentaje de carbonato de calcio alcanza un valor máximo de 1.3; el porcentaje de materia orgánica varía entre 1.3 y 3.6; el contenido de fósforo oscila entre 22.2 y 41.3 ppm y el contenido de potasio entre 340 y 860 ppm. En análisis de suelo se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNALM.



Figura 1. Ubicación del cerro Umarcata en el departamento de Lima.

Especies estudiadas

Melocactus peruvianus Vaupel: Planta globosa solitaria, con 10 a 15 costillas y epidermis visible; espinas radiales y centrales curvas; flores actinomorfas, tubulares, rosadas a rojo grosella que se desarrollan en el cefalio apical; fruto baya elipsoidal alargado, de color rojo o rojo grosella. La especie se distribuye desde la frontera con Ecuador hasta Cotahuasi, Arequipa (Figura 2).

Haageocereus pseudomelanosteles subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza: Planta columnar, ramificada desde la base, con 12 a 15 costillas y epidermis visible; espinas aciculares; flores actinomorfas tubular-infundibuliformes de color blanco verdosas que se desarrollan sobre las areolas floríferas próximas al ápice del tallo; fruto baya de color rojo, esférico a elipsoidal con flor persistente. La especie se distribuye en el departamento de Lima, en los valles del Rímac, Chillón, Lurín, Cañete y Chosica (Figura 3).

Metodología

Se colectaron frutos de *M. peruvianus* y *H. pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus*. Las semillas fueron extraídas en el gabinete utilizando coladores, placas petri y papel secante. Luego se colocaron semillas en 8 bandejas agujereadas en la base, con las siguientes características:

Bandejas A y B: 50 semillas de *M. peruvianus* en 2 cm de suelo traído del cerro Umarcata.

Bandejas C y D: 50 semillas de *M. peruvianus* en 2 cm de suelo traído del Cerro Umarcata mezclado con tierra vegetal en partes iguales.

Bandejas E y F: 50 semillas de *H. pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* en 2 cm de suelo traído del Cerro Umarcata.

Bandejas G y H: 50 semillas de *H. pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* en 2 cm de suelo traído del Cerro Umarcata mezclado con tierra vegetal en partes iguales.

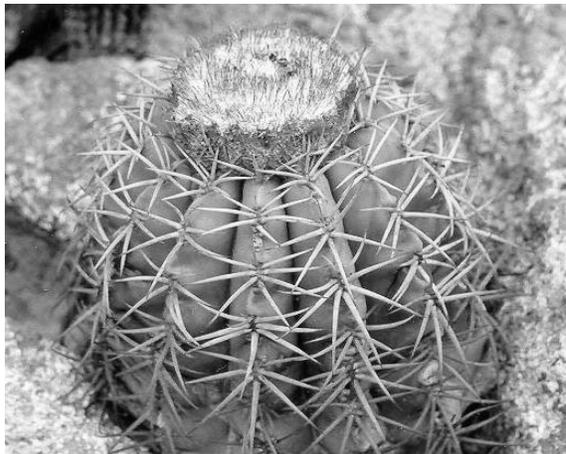


Figura 2. *Melocactus peruvianus* Vaupel



Figura 3. *Haageocereus pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* (Rauh & Backeberg) Ostolaza.

Las bandejas A, C, E y G fueron cubiertas (sombra artificial) con 4 capas de malla verde de mosquitero para evitar la incidencia de luz pero permitiendo la respiración. Las bandejas B, D, F y H se dejaron descubiertas, recibiendo luz solar de manera directa. Las ocho bandejas se colocaron en el Módulo de Propagación de Cactáceas, ubicado en el Centro de Interpretación "Casa Julio Gaudron" del Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez" de la UNALM. El módulo está cubierto por una malla verde simple de mosquitero lo que protege las camas de propagación

de los herbívoros pero no interfiere con la incidencia de luz y la ventilación. La frecuencia de riego fue semanal, sumergiendo un tercio de la bandeja en un recipiente con agua mineral.

Luego de aproximadamente 15 días se observó la germinación de las semillas; luego de otros 15 días se inició el experimento de supervivencia con 30 plántulas por bandeja. Se evaluó el desarrollo de las plántulas registrando el número de sobrevivientes semanalmente en cada bandeja durante un periodo de 15 semanas (entre Enero y Abril del 2004). Durante el periodo de evaluación las bandejas fueron regadas semanalmente de la misma manera descrita anteriormente. Todas las bandejas estuvieron ubicadas a la misma altura del suelo, y en similares condiciones de temperatura ambiente y humedad, pues todas se encuentran dentro del Módulo de Propagación de Cactáceas. La única diferencia entre bandejas corresponde a las condiciones de luz, restringida en las bandejas A, C, E y G por la sombra artificial. La interacción entre individuos queda descartada debido al tamaño reducido de estos y al espacio que los separa. La hipótesis nula establece que la probabilidad de supervivencia es igual para todos los tratamientos.

A. Modelo Estadístico

Los resultados del experimento fueron analizados utilizando el modelo de regresión logística binaria. Este modelo permite evaluar el efecto de un conjunto de variables independientes o explicativas en una variable respuesta con distribución binomial.

Dada una variable Y con distribución binomial (π , m), el modelo de regresión logística binaria permite relacionar la probabilidad de éxito π con las variables independientes o explicativas mediante el siguiente modelo lineal:

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \sum_{j=1}^p \beta_j X_{ij}$$

En este modelo π_i es la probabilidad de éxito de la variable binomial Y_i sometida a las condiciones X_{i1}, \dots, X_{ip} ; las variables X_{ij} pueden corresponder tanto a variables continuas como a factores (variables categóricas). Los coeficientes del modelo β_1, \dots, β_p son estimados por el método de máxima verosimilitud.

En esta investigación la variable respuesta y los factores en estudio son:

Variable respuesta: Y = Número de plántulas vivas al final del experimento (semana 15).

Factores: X_1 = Tipo de suelo con dos niveles (0=original, 1=mezcla)

X_2 = Condición de luz con dos niveles (0=sin sombra, 1= con sombra)

Combinando los niveles de X_1 y X_2 se obtienen 4 tratamientos: suelo original sin sombra, suelo original con sombra, suelo mezclado sin sombra y suelo mezclado con sombra.

B. Análisis de datos

Los datos fueron analizados siguiendo el siguiente esquema:

1. Se ajustó un modelo de regresión logística binaria considerando ambos factores y su interacción, específicamente:

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2$$

2. Si el término de interacción β_3 resulta no significativo, se ajusta el modelo sin interacción:

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

3. Si alguno de los efectos principales tampoco es significativo, entonces es removido para ajustar un nuevo modelo.
4. Se repitió el análisis para cada especie. Los datos se analizaron usando el software SPSS.

Resultados y discusión

Supervivencia de plántulas

Especie 1 - *Melocactus peruvianus* (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Modelo 1: Efectos principales más interacción. *Melocactus peruvianus*.

	B ¹	Desviación Estándar	Grados de Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	2.744	0.717	1	14.699	0.000	15.545
Suelo	0.278	0.528	1	0.277	0.598	1.321
Luz y Suelo	-0.866	0.943	1	0.843	0.359	0.421
Constante	-0.547	0.379	1	2.081	0.149	0.579

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

De acuerdo a los resultados del análisis de este primer modelo la interacción entre la luz y el suelo resulta no significativa (p-valor=0.359), por lo que se determinará el modelo sin considerar la interacción.

Tabla 2. Modelo 2: Efectos principales. *Melocactus peruvianus*

	B ¹	Desviación Estándar	Grados de Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	2.277	0.462	1	24.270	0.000	9.750
Suelo	0.000	0.433	1	0.000	1.000	1.000
Constante	-0.405	0.341	1	1.413	0.234	0.667

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

El factor luz resulta significativo (p-valor=0.000), no así el factor suelo (p-valor=1.000). Para el parámetro correspondiente al factor luz se obtiene un valor estimado de 2.277. En seguida se determinará el modelo con el factor significativo.

Tabla 3. Modelo 3: Modelo Final. *Melocactus peruvianus*.

	B ¹	Desviación Estándar	Grados de Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	2.277	0.462	1	24.270	0.000	9.750
Constante	-0.405	0.264	1	2.367	0.124	0.667

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

El modelo final es:

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = -0.405 + 2.277 X_2$$

La probabilidad estimada de supervivencia en condiciones de luz es:

$$\frac{\exp(-0.405)}{1 + \exp(-0.405)} = 0.400$$

mientras que en condiciones de sombra es:

$$\frac{\exp(-0.405 + 2.277)}{1 + \exp(-0.405 + 2.277)} = 0.867$$

Especie 2 - *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus* (Tablas 4, 5 y 6).

Tabla 4. Modelo 1: Efectos principales más interacción. *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus*.

	B ¹	Desviación Estándar	Grados de Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	3.367	1.081	1	9.709	0.002	29.000
Suelo	-0.268	0.519	1	0.267	0.605	0.765
Luz y Suelo	-1.490	1.242	1	1.438	0.231	0.225
Constante	0.000	0.365	1	0.000	1.000	1.000

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

De acuerdo a los resultados del análisis de este primer modelo la interacción entre la luz y el suelo resulta no significativa (p-valor=0.231), por lo que se determinará el modelo sin considerar la interacción.

Tabla 5. Modelo 2: Efectos principales. *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus*.

	B ¹	Desviación Estándar	Grados de Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	2.369	0.508	1	21.721	0.000	10.688
Suelo	-0.597	0.451	1	1.751	0.186	0.551
Constante	0.162	0.342	1	0.223	0.636	1.176

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

El factor luz resulta significativo (p-valor=0.000), no así el factor suelo (p-valor=0.186). Para el parámetro correspondiente al factor luz se obtiene un valor estimado de 2.369. En seguida se determinará el modelo con el factor significativo.

Tabla 6. Modelo 3: Modelo Final. *Haageocereus pseudomelanostele* subsp. *aureispinus*.

	B ¹	Desviación Estándar	Grados De Libertad	Wald ²	p-valor	Exp (B)
Luz	2.331	0.502	1	21.544	0.000	10.286
Constante	-	0.259	1	0.266	0.606	0.875

1: Coeficiente Estimado 2: Estadístico de Prueba

El modelo final es

$$\ln\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = -0.134 + 2.331X_2$$

La probabilidad estimada de supervivencia en condiciones de luz es:

$$\frac{\exp(-0.134)}{1 + \exp(-0.134)} = 0.467$$

mientras que en condiciones de sombra es:

$$\frac{\exp(-0.134 + 2.331)}{1 + \exp(-0.134 + 2.331)} = 0.900$$

Para que las plántulas de cactus puedan sobrevivir en las condiciones climáticas características de los hábitat desérticos, es necesario en muchos casos la sombra de una planta nodriza, la cual protege de la insolación y desecación. En el experimento llevado a cabo, la hipótesis nula establece que la probabilidad de supervivencia es igual para todos los tratamientos, esto es, bajo las dos condiciones de luz y los dos tipos de suelo. En ambas especies el efecto de la interacción de los dos factores analizados resulta no significativo. La no existencia de interacción implica que el efecto del factor luz es el mismo en ambos niveles del factor suelo y viceversa.

El factor suelo resulta también no significativo. El suelo de la comunidad de cactáceas en estudio presenta niveles bajos de materia orgánica (1 a 3%). Según Anderson (2001), la cantidad recomendable de materia orgánica en los suelos de cultivo de cactus es de 5%. Entonces el hecho de que un aumento en materia orgánica del 50% no tenga un efecto en la supervivencia de las plántulas es entendible si consideramos que estas cactáceas han evolucionado en un ambiente de suelo pobre, y por lo tanto, adaptado perfectamente a él. Por otro lado, las raíces de las plántulas de 17 semanas de edad (la longitud de la planta es aproximadamente 0.5 cm y la de la raíz es de 0.1 cm) están aún poco desarrolladas, por lo que es de inferir que la absorción de nutrientes se da en etapas de desarrollo posteriores.

En el caso del factor luz, los niveles probados fueron con sombra y sin sombra. Este factor resulta ser significativo en el análisis para ambas especies. Se puede observar en los modelos que la probabilidad de supervivencia de las plántulas en condiciones de sombra (0.9 para *H. pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* y 0.86 para *M. peruvianus*) es mayor que en condiciones sin sombra (0.46 para *H. pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* y 0.4 para *M. peruvianus*). La sombra fue proporcionada por una malla doble de mosquetero que en condiciones de gabinete intentó simular la acción de los cactus y arbustos nodrizas que protegen a las plántulas en el campo, contra los factores ambientales y biológicos. Las condiciones más frescas y más protegidas que ofrece

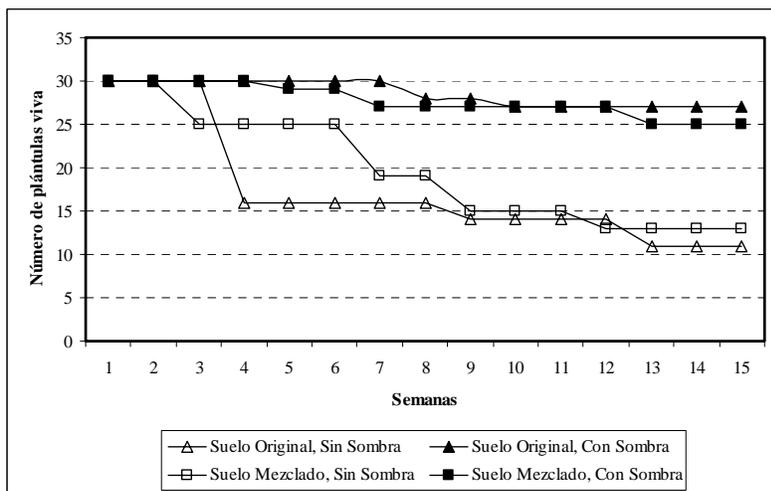


Figura 4. Número de plantas sobrevivientes de *Melocactus peruvianus* por semana, sometidas a dos condiciones de luz y dos tipos de suelo.

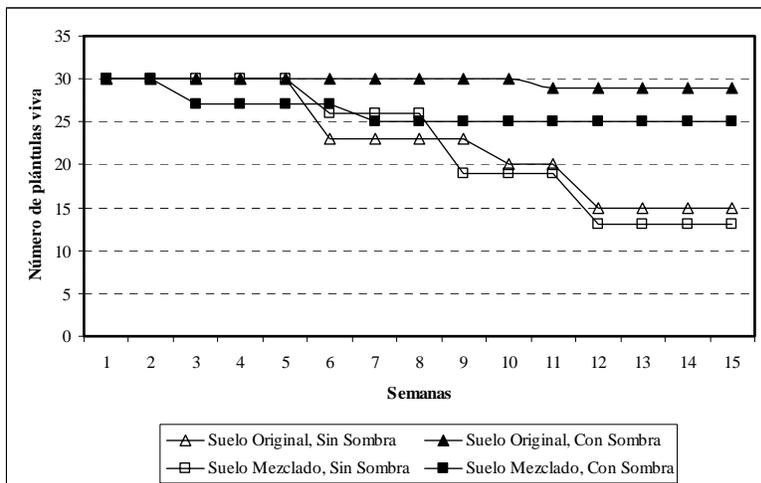


Figura 5. Número de plantas sobrevivientes de *Haageocereus pseudomelanosteles* subsp. *aureispinus* por semana, sometidas a dos condiciones de luz y dos tipos de suelo.

la malla en el gabinete y las nodrizas en el campo, se ven representadas en la probabilidad de supervivencia de las plántulas sometidas al tratamiento de sombra.

En resumen, los resultados obtenidos en ambas especies indican que las probabilidades de supervivencia se ven fuertemente favorecidas por las condiciones de sombra, al margen del tipo de suelo (Figuras 4 y 5). Esto refuerza la hipótesis que indica que el reclutamiento observado en el campo está mediado por la acción benéfica de las plantas nodrizas en los primeros años de desarrollo de los cactus. En el valle del río Chillón, las nodrizas son los propios cactus y las piedras, al no observarse una cobertura arbustiva muy desarrollada.

Conclusiones

1. El factor luz se presenta como el más importante en el establecimiento de las plántulas de cactus, las cuales sobreviven de manera más saludable en condiciones de sombra. Este incremento en la probabilidad de supervivencia en condiciones de sombra podría estar mediado por diferencias en temperatura, humedad, radiación solar o cualquier otro factor relacionado a la característica de sombra.
2. El factor materia orgánica resulta no ser significativo en el proceso de establecimiento de las plántulas, debido a que los cactus han evolucionado en suelos de zonas áridas que se caracterizan por tener un bajo contenido de materia orgánica.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Mg. Sc. Vanessa Teixeira por haber proporcionado los datos del Análisis de Suelos. Al Blgo. Sydney Novoa por su apoyo con la bibliografía. Al equipo del Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez" por el apoyo en las salidas de campo y procesamiento del material, así como también al Fondo Especial de Desarrollo Universitario (FEDU).

Literatura Citada

Anderson E.F. 2001. The Cactus Family. Timber Press, Inc. U.S.A.

- Barthlott W. & Hunt R. 1993. Cactaceae. En: K. Kubitzki (Ed) The families and genera of vascular plants. Vol II: Flowering Plants. Dicotyledons. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Alemania.: 161-196.
- Brako L. & Zarucchi J. 1993. Cactaceae. En: Catálogo de la Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. U.S.A. : 265 - 309.
- Calderón N., Ceroni A. & Ostolaza C. 2004. Distribución y estado de conservación del Género *Haageocereus* (Familia Cactaceae) en el departamento de Lima. Perú. Ecol. apl. 3(1,2): 17-22.
- Gentry A. 1993 A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa. University of Chicago Press. Chicago, U.S.A.
- Godínez H. & Valiente A. 1998. Germination an early seedling growth of Tehuacan Valley cacti species: the role of soils and seed ingestion by dispersers on seedling growth. Journal of Arid Environments. 39: 21-21.
- Lawrence G. 1964. Taxonomy of vascular plants. The Mac Millan Company. New York, U.S.A.
- Leirana J. & Parra V. 1999. Factors affecting the distribution, abundance and seedling survival of *Mammillaria gaumeri*, an endemic cactus of coastal Yucatán, México. Journal of Arid Environments. 41: 421-428.
- Reyes A., García E. & López L. 2002. Cacti-shrub interactions in the coastal desert of northern Sinaloa, Mexico. Journal of Arid Environments. 52: 431-445.
- Takhtajan A. 1980. Outline of the Classification of Flowering Plants (Magnoliophyta). The Botanical Review. The New York Botanical Garden. 46(3): 225-359.
- Valiente A., Bolongaro A., Briones O., Escurra E., Rosas M., Núñez H., Barnard G. & Vasquez E. 1991. A Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central México. Journal of Vegetation Science. 2: 15-20.
- Valiente A., Vite F. & Zavala A. 1991 b. Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisana*. Journal of Vegetation Science. 2:11-14.
- Valiente A. & Escurra E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, México. Journal of Ecology. 79: 961-971.
- Weberbauer A. 1945. El mundo vegetal de los Andes Peruanos: Estudio Fitogeográfico. 2º Edición. Estación Experimental Agrícola La Molina. Perú.

¹Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez" Universidad Nacional Agraria La Molina. Apartado postal: 12-056., Lima 12, Perú. vcastro@lamolina.edu.pe

²Ingeniero Estadístico. reyzaguirre@gmail.com

³Jardín Botánico "Octavio Velarde Núñez" Universidad Nacional Agraria La Molina. Apartado postal: 12-056., Lima 12, Perú. aceroni@lamolina.edu.pe