

ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO DE *Melocactus bellavistensis* EN LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR: ASPECTOS TAXONÓMICOS, DISTRIBUCIÓN Y CONSERVACIÓN

Christian R. Loaiza S.

Instituto de Ecología, Unidad de Ecología y Fisiología Vegetal,
Universidad Técnica Particular de Loja, Loja - Ecuador
crloaiza@utpl.edu.ec

RESUMEN

Se presenta el resultado de un amplio estudio sobre la distribución y biogeografía de una de las especies de cactáceas más llamativas y menos conocidas en la región sur del Ecuador, *Melocactus bellavistensis*. Se realiza una revisión exhaustiva sobre su taxonomía, incluyendo una clave de identificación actualizada y se presenta una hipótesis sobre su posible origen y dispersión a nivel de Sudamérica. Se analiza su estado de conservación y se señalan algunas alternativas para asegurar su supervivencia a largo plazo.

Palabras clave: *Melocactus*, distribución, taxonomía, estado poblacional, conservación.

ABSTRACT

We present the result of an extensive study on the distribution and biogeography of a species of cacti most striking and least known in the southern region of Ecuador, *Melocactus bellavistensis*. We performed a thorough review of its taxonomy, including an updated identification key, and present a hypothesis about its possible origin and dispersion in South America. We analyze its condition and identify some alternative strategies to ensure its long-term survival.

Key words: *Melocactus*, distribution, taxonomy, nomy, population status, conservation.

INTRODUCCIÓN

El género *Melocactus* Link & Otto (1827) actualmente está representado por 50 especies y subespecies de cactus globulares originarios de México, las Indias Occidentales y de la parte norte de Sudamérica (Britton & Rose, 1922; Madsen, 1989; Anderson, 2001; Hunt, 2006; Machado, 2009). Este género crece en varios países tanto de América Central como en América del Sur, incluyendo algunas islas del Caribe como Cuba, en donde se pueden encontrar once especies (Taylor, 1999); sin embargo, su centro de mayor endemismo y diversidad se encuentra al este de Brasil, especialmente en el estado de Bahía (Lambert, *et al.* 2006). Taylor & Zappi (2004) reconocen 22 especies y subespecies, de las cuales 18 especies y 6 subespecies se consideran endémicas. Machado (2009) incrementa el número de especies en Brasil, señalando un total de 27 especies, de las cuales 26 especies y subespecies son endémicas para el país. Este género también se encuentra presente en algunos países como El Salvador y otros países de la región (Britton & Rose, 1922). En Colombia el género está representado por 5 especies y 7 subespecies (Fernández - Alonso & Xhonneux, 2002). Los registros más australes del género se encuentran en Perú y Ecuador (Madsen, 1989). En el Ecuador se reconocen únicamente dos variedades: *M. bellavistensis* presente en los valles secos interandinos de la

provincia de Loja, y *M. peruvianus* presente en la provincia de El Oro (Madsen, 2002). Dawson (1965) reporta la presencia de un cactus globular en la isla Santa Cruz (Galápagos), atribuyendo dicho registro a una variedad del género *Melocactus*; sin embargo, hasta el momento no se tiene ningún tipo de registro o evidencia real sobre la presencia del género en las islas, pero se considera que dicho registro bien pudo corresponder a una variedad no descrita de *M. peruvianus* proveniente de Ecuador o Perú, debido a su cercanía con las islas (Loaiza, obs. per.).

La taxonomía y distribución del género a nivel de Ecuador y Perú ha sido poco analizada y estudiada (Madsen, 1989; Taylor, 1999). La clasificación propuesta por Taylor (1999) ha permitido tener una idea más clara desde el punto de vista taxonómico; sin embargo, es necesario señalar que la distribución presentada por dicho autor es poco satisfactoria y no puede ser considerada como definitiva, debido al reducido número de registros realizados a nivel del Ecuador.

Taylor (1999) divide a las poblaciones de *M. bellavistensis* en dos subespecies: *M. b.* subsp. *bellavistensis* presente tanto en Ecuador y Perú y *M. b.* subsp. *onychacanthus* presente solamente en los departamentos de Amazonas, Cajamarca y La Libertad (Perú) (Arakaki, et al. 2006). Dentro del Ecuador la subespecie *M. b. bellavistensis* habita a nivel de la cuenca hidrográfica del valle de Catamayo, dentro de la formación vegetal conocida como bosque seco interandino del sur (Loaiza, et al. 2009).

Estudios posteriores aclaran un poco más la distribución de una de las dos subespecies *M. b.* subsp. *bellavistensis*; sin embargo, nuevos registros sugieren que la distribución de esta subespecie es más amplia de lo que se creía, pero siempre dentro del mismo tipo de formación vegetal (Loaiza, 2008). La otra especie presente en el Ecuador *M. peruvianus*, ha sido poco o nada estudiada tanto a nivel taxonómico como distributivo, así como también se des-

conoce sobre su estado poblacional, lo cual ha hecho difícil el poder evaluar su estado de conservación.

Este estudio analiza la biogeografía y distribución de *M. bellavistensis* y presenta nueva información sobre su estado poblacional y de conservación a nivel de la provincia de Loja.

DESCRIPCIÓN

El género *Melocactus* está representado por una amplia variedad de cactus, muy llamativos y bastante apreciados por diversos coleccionistas de cactáceas en todo el mundo con formas que van desde globulares, hasta piramidales o cilíndricas (Machado, 2009). Según el tipo de hábitat, pueden crecer solitariamente o también de forma agrupada (Britton & Rose, 1922). El cuerpo está compuesto por costillas muy prominentes, redondeadas o triangulares, entre 8 - 16 en número, pudiendo llegar a un total de 27 en algunas especies (Hunt, 2006). Las areolas generalmente son poco numerosas y están provistas de fuertes espinas, las cuales varían según su forma y tamaño entre especies y también de acuerdo a su coloración, presentando tonalidades que van desde rojo, café, gris y amarillo, hasta negro (Machado, 2009). Observaciones realizadas en el Ecuador señalan que los individuos presentan espinas de color blanco, las cuales pierden su coloración, tornándose oscuras con la edad (Loaiza, obs. per.). Las areolas de las partes florales difieren significativamente de las partes no florales (Madsen, 1989). Las areolas del tallo se encuentran bien separadas entre sí y dispuestas a lo largo de las costillas (Machado, 2009). Al alcanzar el estado adulto, la planta atraviesa un estado de metamorfosis, la parte superior del tallo se vuelve más estrecha de lo usual, perdiendo totalmente la estructura de sus costillas, las areolas de las partes florales se modifican y son producidas directamente y en grandes cantidades sobre esta sección estrecha, hasta producir una estructura hemisférica en forma de espiral deno-

minada cefalio, de crecimiento continuo, y cuya única finalidad será la producción continua de flores y frutos durante varios años (Madsen, 1989; Machado, 2009). Las areolas del cefalio son altamente especializadas y producen grandes cantidades de cerdas y lana provista de espinas, con la finalidad de proteger a las flores antes de que éstas se encuentren listas para abrirse, y de igual manera a los frutos antes de que estos aparezcan sobre la superficie del cefalio (Machado, 2009). Las flores son pequeñas, tubulares o en forma de embudo, rojas o de color rosado (Madsen, 1989). Generalmente, las flores suelen abrirse una sola vez al día durante el atardecer, permaneciendo abiertas por unas pocas horas, lo cual es una característica propia del género (Madsen, 1989; Loaiza, 2008; Machado, 2009). Se ha observado que la disminución de la intensidad de la luz solar influye notablemente en el proceso de apertura de las flores durante el día y según la época del año (Loaiza, obs. per.) Las brácteas son reducidas, las areolas inconspicuas y desnudas. Los segmentos del perianto son pocos y extendidos. El tubo floral se encuentra inmerso en el cefalio (Madsen, 1989). Únicamente cerca de un tercio de la flor suele ser visible (tépalos y parte del tubo floral), mientras que el resto del tubo floral, los ovarios y la cámara del néctar permanecen escondidos y protegidos dentro del cefalio (Machado, 2009). Los estambres se encuentran insertados en el tubo floral, algunos más bajos que otros, usualmente anchos y declinados. La cámara de néctar es corta, más o menos cerrada por las bases del filamento. Existe un único estigma (Madsen, 1989). Los frutos son pequeños y elongados, rojos, rosados o de color lila, raramente blancos en algunas especies (Machado, 2009), proyectándose fuera del cefalio cuando se encuentran en estado maduro; el perianto es subpersistente, la pulpa es acuosa. Las semillas difieren significativamente en su forma entre las distintas especies y subespecies (Taylor, 1991), suelen ser pequeñas, ampliamente obovoides, verrugosas y de color negro (Madsen, 1989; Taylor, 1991).

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

El conocimiento que se tiene acerca de la biología reproductiva de este género se encuentra muy bien documentado. Entre las primeras observaciones de campo realizadas sobre el proceso se destacan los aportes realizados por Rogers & Evans (1981); Howard (1989) y Taylor (1991), quienes ya tenían claros indicios sobre una posible autopolinización del género y sobre una polinización cruzada basada en la estructura y el color de las flores, para lo cual las especies cuentan con la ayuda de organismos polinizadores como colibríes, abejas, mariposas, hormigas y en algunos casos también de organismos dispersores de semillas como lagartijas y ciertas especies de aves, lo cual dependía de la especie de *Melocactus* y de la región o área de distribución que ocupaba cada especie. Actualmente, se sabe que muchas especies tienen la capacidad de autofertilizarse, produciendo flores y formando frutos sin necesidad de la intervención externa de organismos como colibríes y mariposas (Machado, 2009). El número de semillas que se produce en los frutos como consecuencia de dicho proceso es mucho menor cuando las flores se autopolinizan, a diferencia de lo que sucede cuando la flor es polinizada con el polen de una planta diferente. Esto sugiere que las flores de los melocactus se adaptaron hacia una forma de cruzamiento hacia fuera, lo cual se puede deducir por la estructura y el color de las flores y por simple observación de las plantas en su medio ambiente natural. Dicho de otro modo, las flores de los melocactus se adaptaron de forma exitosa hacia un tipo de polinización asistida principalmente por colibríes y en menor medida por mariposas y especies solitarias de abejas pequeñas (Colaco, *et al.* 2006; Machado 2009; Nassar & Ramírez 2004; Nassar, *et al.* 2007; Taylor, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es el resultado de tres años de investigación sobre la taxonomía,

distribución y los procesos biogeográficos que dieron lugar a la presencia de *M. b. bellavistensis* en los bosques secos de la provincia de Loja. Observaciones de campo y datos presentados en algunas publicaciones anteriores, además de otros estudios locales (Carrión, 1930; Madsen, 1989; Madsen, 2002; Loaiza, 2008 y Loaiza, *et al.* 2009), sirvieron como punto de partida para el desarrollo de una hipótesis sobre la biogeografía de esta especie. Además, se revisó publicaciones que presentan datos sobre la distribución de *M. b. onychacanthus* en los bosques secos del norte de Perú (Marcelo - Peña & Ostolaza, 2008 y Taylor, 1991). Todos los registros obtenidos de ambas subespecies fueron ingresados a una base de datos sobre la distribución de cactáceas en la región sur del Ecuador. Como complemento adicional, se realizaron varias salidas de campo a otras localidades no evaluadas en estudios anteriores, cada nuevo registro fue igualmente ingresado a la base de datos señalada; además, se registró toda la información referente a sus características taxonómicas siguiendo la metodología utilizada por Madsen (1989), y se realizaron observaciones sobre los procesos de floración y fructificación.

Para obtener la distribución espacial de *M. b. bellavistensis* se utilizó el programa de Máxima Entropía Maxent, el cual entre sus múltiples aplicaciones permite ubicar las zonas de alta probabilidad de presencia de una especie y también porque permite determinar las posibles rutas de dispersión tomadas a una cierta escala de tiempo, lo cual es de gran importancia para poder entender el desarrollo de ciertos procesos biogeográficos. Para el desarrollo del modelo se utilizó un total de 137 puntos georeferenciados de presencia de la especie, las variables climáticas escogidas fueron tomadas de la base de datos World Clim y seleccionadas en base a la prueba de "jackknife", la cual permite medir la importancia de las variables a utilizar (Phillips, *et al.* 2006; Phillips & Dudik, 2008).

Los principales objetivos planteados para el presente estudio fueron: Realizar una redescrípción de *M. b. bellavistensis* y diseñar una clave de identificación en base a la información obtenida, establecer una hipótesis acerca del posible origen de esta subespecie en relación al desarrollo de ciertos procesos biogeográficos, analizar el estado de conservación actual de la especie y proponer algunas alternativas para su supervivencia a largo plazo.

RESULTADOS

Melocactus bellavistensis

(Rauh & Backeberg, 1957)

La localidad tipo de esta especie se encuentra entre Chamaya y Jaén (Perú), en zonas rocosas y cercanas a las riberas del río Marañón (Madsen, 1989). Esta especie es considerada como endémica de la región Tumbesina (noroccidente del Perú y suroccidente del Ecuador) (Loaiza, 2008). Dos subespecies son reconocidas, una de ellas *M. b. bellavistensis* (Fig. 1 - 10), se encuentra presente en la región sur del Ecuador (Taylor, 1999). La subespecie descrita como *M. b. onychacanthus* agrupa dos variedades: *M. onychacanthus* var. *conicus* y *M. onychacanthus* var. *albescens* (Taylor, 1999). En este estudio se evalúa únicamente a la subespecie descrita como *M. b. bellavistensis*. La subespecie *M. b. onychacanthus* no ha sido estudiada debido a que no se encuentra presente en el Ecuador. Ambas subespecies pueden diferenciarse entre sí en base a las siguientes características:

- Costillas 14 - 20; areolas elípticas, 6 - 9 por costilla; espina central inconspicua o ausente; espinas radiales 6 - 10 por areola.....***M. b. bellavistensis***.
- Costillas 9 - 12; areolas ovaladas, 4 - 7 por costilla; espinas centrales (1 - 3); espinas radiales recurvadas 7 - 12 por areola.....***M. b. onychacanthus***.

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO			
Caracteres	n	Rango	\bar{X}
Tallo (ancho x altura): cm	20	20 - 25 x 18 - 25	22.5 x 21.5
Número de costillas	20	14 - 20	-
Número de areolas / costilla	20	6 - 9	-
Distancia entre areolas (cm)	20	3 - 4	3.5
Espina central	20	1	-
Espinas radiales	20	6 - 10	-
Cefalio (ancho x altura): cm	20	7 - 10 x 15	8.5 x 15
Número de flores / planta	20	3 - 5	-
Tamaño (largo x ancho): mm	20	22 - 25 x 7	23.5 x 7
Número de frutos / planta	20	2 - 3	-
Tamaño (largo x ancho): mm	20	16 - 28 x 6 - 12	22 x 9
Peso del fruto (g)	20	0.44 - 0.86	0.61
Número de semillas / fruto	20	22 - 256	121.7

(TABLA 1)

PERÍODO DE FLORACIÓN ANUAL											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

(CUADRO 1)

PERÍODO DE FRUCTIFICACIÓN ANUAL											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

(CUADRO 2)

La floración suele variar entre los individuos de una misma población. No todos los individuos presentan flores al mismo tiempo, por lo cual ha habido errores en cuanto a la determinación del periodo de floración (Loaiza, obs. per.).



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6

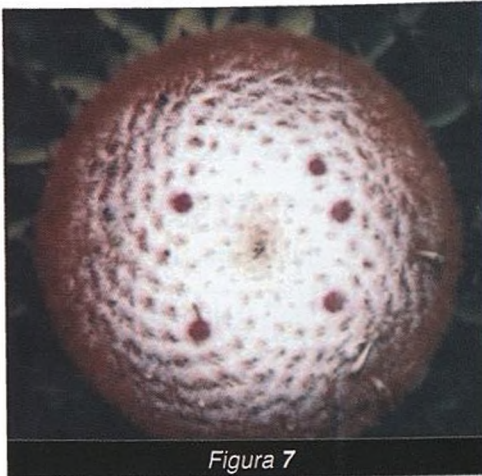


Figura 7



Figura 8

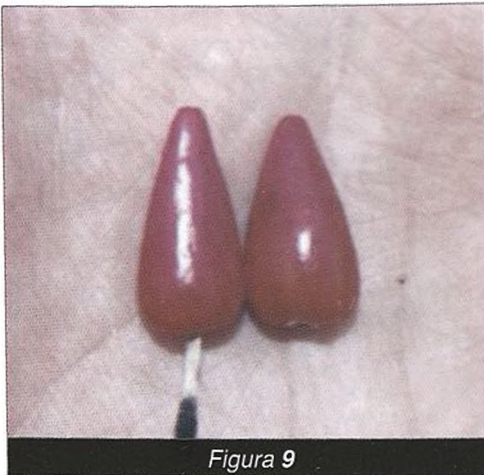


Figura 9



Figura 10

PATRONES FLORALES Y POLINIZACIÓN

Los patrones y procesos de floración y fructificación de *M. bellavistensis* deben ser analizados con mayor detenimiento en base a algún estudio específico. Observaciones realizadas en un estudio anterior (Loaiza, 2008), permitieron establecer que las flores por lo general suelen abrirse a partir de las 16H30, manteniendo su estado de apertura hasta el anochecer; sin embargo, se desconoce la hora exacta del cierre. El proceso de apertura puede tomar unos pocos minutos (1 - 2)

y está influenciado por la disminución de la intensidad de la luz solar, proceso que varía según el día y la época del año (Loaiza, obs. per.). A pesar de los constantes esfuerzos por tratar de determinar organismos polinizadores como colibríes o mariposas que actúen como agentes externos en el proceso de polinización de esta especie, no se ha podido establecer ningún tipo de asistencia por parte de algún organismo. En algunas ocasiones se ha podido observar a nivel del valle de Catamayo visitas florales por parte de colibríes del género *Amazilia* (probablemente *A. alticola*) a ciertas especies como *Cleistocactus icosagonus*

durante sus períodos de floración, pero no se ha podido observar visitas florales por parte de esta especie a *M. b. bellavistensis*. Debido a que la distribución del género *Amazilia* ocurre mayormente en el suroccidente del Ecuador y noroccidente del Perú (Weller, 2000), coincidiendo con el área de distribución de *M. b. bellavistensis* no se descarta la posibilidad de que alguna de estas especies tome parte en el proceso de polinización de *M. b. bellavistensis*, por lo cual se recomienda realizar futuros estudios que permitan evidenciar este proceso.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida a nivel de la provincia de Loja. Ha sido registrada en varias zonas de Bosque seco interandino dentro de los cantones: Catamayo (El Boquerón, El Tambo y Trapichillo), Calvas (Hda. Bella María), Gonzanamá (Nambacola) y en Paltas (San Vicente del Río). Su área de vida comprende las laderas de montaña y zonas rocosas situadas a lo largo de la cuenca del río Catamayo y sus principales afluentes (Madsen, 1989; Loaiza, obs. per.). Taylor (1991) señala que su rango altitudinal varía entre 500 - 1350 msnm; sin embargo, de acuerdo a la información obtenida actualmente, se establece que su límite altitudinal alcanza los 1500 msnm, lo cual ha sido corroborado por Jørgensen & León - Yanez (1999). Esta especie suele crecer ya sea en forma solitaria (uniforme) o formando pequeñas agrupaciones de entre 3 y 4 individuos (Loaiza, 2008), entre zonas rocosas o bajo sombra, generalmente junto a árboles de faique *Acacia macracantha*, casi siempre en asociación con algunas especies como *Agave americana*, *Croton wagneri*, *Mimosa quitensis*, *Opuntia quitensis*, y solamente en muy raras ocasiones con *Armatocereus laetus*, siendo los lugares de sombra en donde mejor se desarrolla (Loaiza, obs. per.). De acuerdo a los registros obtenidos en varias localidades de estudio durante el período 2007 - 2010, se

concluye que antiguamente esta especie debió ser muy común dentro de toda su área de distribución, pero actualmente es una especie difícil de registrar, debido al intenso proceso de extracción ilegal del cual ha sido objeto por parte del ser humano. Algunas de las poblaciones más importantes de las cuales se tiene conocimiento están ubicadas en zonas restringidas y de difícil acceso dentro de las localidades mencionadas. Es posible que existan remanentes de poblaciones en zonas limítrofes con la República del Perú, especialmente en el sector de Yaramine (Sozoranga), pero siempre dentro del mismo tipo de formación vegetal (Loaiza, obs. per.). Muchas de las zonas en las cuales su presencia debió ser bastante común actualmente están muy alteradas, debido a actividades antrópicas como la expansión de áreas para la agricultura y ganadería, pérdida de la cobertura vegetal original, introducción de especies exóticas, minería, etc., factores que han contribuido a reducir en gran número su estado poblacional.

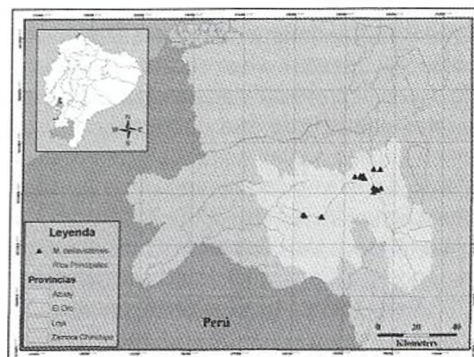


Fig. 7: Área de distribución de *Melocactus bellavistensis*

BIOGEOGRAFÍA

Los estudios acerca de los procesos biogeográficos de la familia Cactaceae en el Ecuador son sumamente escasos. Entre las pocas observaciones realizadas se destacan los aportes hechos por Madsen (2000), quien sugiere que ciertos géneros de cactáceas endémicas

del Ecuador, debido a sus características primitivas, como la presencia de espinas en flores y frutos, representarían a poblaciones relictas de una flora xerofítica. Dicha flora durante el período glacial habría estado distribuida de una forma mucho más amplia, debido a que las condiciones climáticas que existían en aquel entonces eran mucho más áridas a nivel del continente (Madsen, 2000). La escasez de fósiles sobre este grupo de plantas y la falta de estudios filogenéticos, sobre todo a nivel de Ecuador y Perú, hacen mucho más difícil el poder entender dicho proceso. A pesar de ello, existen varios estudios y publicaciones sobre los procesos geológicos, especialmente a nivel de la provincia de Loja, lo cual permitió dar una explicación razonable al posible desarrollo de ciertos procesos.

Entre los principales aportes que existen sobre la topografía y formación de los Andes a nivel de la región sur del Ecuador como base para la diversidad climática y biológica, se destacan las observaciones realizadas por Carrión (1930), quien en base a sus estudios sobre fósiles concluye que durante el Mioceno inferior, en la provincia de Loja no existían las barreras geográficas que podemos observar hoy en día, las cuales como se sabe, no permiten la dispersión de plantas. Otros estudios sobre plantas fósiles a nivel de la provincia de Loja en base a las colecciones hechas por el Dr. Clodoveo Carrión, fueron realizados por E. W. Berry (1929, 1935 y 1945). Las conclusiones obtenidas en base a dichos estudios permitieron establecer que la flora terciaria de la provincia de Loja tenía gran afinidad con la flora presente en Brasil durante el mismo período, lo cual hacía suponer que durante esa época la cordillera Oriental no debió ser tan elevada, permitiendo el paso de una mayor humedad y la dispersión de plantas originarias de Brasil. Esto se comprobó debido a la extraordinaria cantidad de plantas fósiles de hojas de gran tamaño, que revelaban también una mayor humedad existente en aquella época, en relación a la actual (Carrión, 1930).

Estas mismas conclusiones, aunque con un enfoque puramente geológico, fueron señaladas también por Kennerly (1972), aceptándose así las conclusiones realizadas por Carrión (1930). En base a estos argumentos, sería posible suponer también que las especies y subespecies del género *Melocactus*, presentes en Ecuador y Perú se originaron a partir de algún linaje proveniente del Brasil durante el proceso de diversificación del género, y que posteriormente, debido al surgimiento de barreras geográficas, las poblaciones de este linaje, de manera progresiva, quedaron geográficamente aisladas entre sí, impidiendo el libre flujo genético entre poblaciones, hasta diferenciarse y constituirse en las subespecies que existen actualmente.

A pesar de no existir la suficiente evidencia fósil que respalde y permita establecer los diversos tiempos de origen y divergencia de la familia Cactaceae, y sobre todo de algunos géneros, una reciente combinación de datos moleculares del ADN nuclear y del cloroplasto sugiere que las cactáceas se originaron hace aproximadamente 30 millones de años, durante el período del Terciario Medio (Hershkovitz & Zimmer, 1997). Este origen bien podría respaldar el razonamiento establecido para el género *Melocactus*, ya que un proceso de diversificación tan amplio, sólo podría llevarse a cabo durante un período de tiempo como el propuesto por dichos autores (Loaiza, obs. per.). Una de las pruebas más concluyentes que respaldarían el origen del género *Melocactus* presente en Ecuador y Perú a partir de un linaje proveniente del Brasil, estaría dado por la amplia diversidad y endemismos de especies y subespecies presentes en dicho país (Lambert, *et al.* 2006; Taylor & Zappi, 2004; Machado, 2009). Sin embargo, es necesario señalar que este razonamiento solo podría comprobarse plenamente en base a un estudio enfocado a esclarecer la filogenia molecular del género, lo cual permitiría afirmar o rechazar esta hipótesis (Loaiza, obs. per.).

Madsen (2002), refiriéndose al género *Melocactus*, señala una posible afinidad genética con las especies presentes en el norte de Venezuela, sugiriendo una distribución más amplia y una conexión vía valles interandinos secos durante las glaciaciones, cuando las condiciones del clima eran mucho más áridas a nivel del continente. Sin embargo, dado que en Venezuela no existe el mismo número de especies, subespecies y endemismos que existen en Brasil, y también debido a la mayor cantidad de barreras geográficas que habrían limitado los eventos de dispersión - migración de especies durante el proceso de diversificación del género, se considera más probable que algún linaje proveniente de Brasil haya usado como vía de paso los valles interandinos señalados por Madsen (2002), a manera de "corredores biológicos", llegando así primero a Perú y posteriormente al Ecuador, dando origen a las subespecies presentes en la actualidad. El mapa obtenido en el presente estudio (Fig. 7) sugiere que en la antigüedad existieron sin lugar a dudas poblaciones de esta especie en los valles de Vilcabamba, Malacatos y Quinara, las cuales a su vez estaban conectadas con las poblaciones del valle de Catamayo, dentro de la provincia de Loja, sitio por el cual ocurrió el proceso de dispersión que luego dio origen a la subespecie descrita como *M. b. bellavistensis* presente en el Ecuador (Loaiza, obs. per.).

CONSERVACIÓN

El estado de conservación de esta especie ha sido ampliamente analizado y estudiado. Según los datos obtenidos durante el presente estudio se establece que en el Ecuador su área de vida comprende 4.400 km²; sin embargo, de acuerdo al censo realizado en el período 2007 - 2010, se considera que su estado poblacional no superaría los 500 individuos (Loaiza, obs. per.). De acuerdo a la poca literatura existente que aporta datos sobre el estado de conservación de esta especie, se puede concluir que las poblaciones que han

sido más afectadas son las que se encuentran ubicadas a nivel del cantón Catamayo, debido a lo extremadamente fácil que resultaba el extraer las plantas de su hábitat natural para su posterior venta en los mercados locales (Madsen, 1989; Loaiza, 2008). Según algunas encuestas realizadas entre 1988 y 1989 por J. E. Madsen (Herbario Loja), se sabe que en aquel tiempo las plantas obtenidas de los bosques eran comercializadas en los principales mercados locales del cantón Catamayo, a un precio no mayor a lo que hoy en día equivaldrían \$ 5. Afortunadamente, las poblaciones que actualmente se encuentran ubicadas dentro del cantón Calvas (Hda. Bella María) y en Paltas (El Guato), están situadas en zonas restringidas, de difícil acceso y bien alejadas de las áreas urbanas, lo cual en cierto modo evitó que sean igualmente explotadas por el ser humano. Además, se considera que la actividad comercial de estas plantas ha disminuido, muy probablemente debido a lo difícil que resulta el poder obtenerlas actualmente debido a la intensa depredación de la cual fueron objeto en años anteriores. Otro factor que también ha ocasionado graves impactos para la supervivencia de esta especie ha sido, sin duda, la falsa creencia que se tiene acerca de sus "supuestas propiedades alucinógenas", lo cual ha motivado a que ciertas personas, principalmente shamanes, utilicen esta especie como parte de sus rituales curativos (Kvist & Moraes, 2006). Hasta la presente fecha, no se conoce de ningún estudio científico que haya comprobado realmente tales propiedades. Como opinión personal, se considera que tal creencia se originó debido a que el nombre vernáculo de *M. bellavistensis* en la región sur del Ecuador es "Cactus San Pedro", lo cual probablemente ocasionó que algunas personas asociaran erróneamente a esta especie con el famoso cactus "San Pedro" (*Echinopsis pachanoi*), el cual sí posee tales propiedades.

La distribución señalada para esta especie (Fig. 7) sugiere que en la actualidad no exis-

te ningún tipo de conexión aparente entre las poblaciones presentes entre Perú y Ecuador, debido a la aparición de barreras geográficas, lo cual habría dado paso a la formación de las dos subespecies propuestas por Taylor (1991) y aceptadas como válidas en este estudio. Este aislamiento geográfico a su vez podría haber ocasionado una baja diversidad genética en las poblaciones presentes en el Ecuador. Hasta el momento solo se conoce de cuatro poblaciones plenamente identificadas (Loaiza, obs. per.). Es probable que aún existan poblaciones en sitios no determinados principalmente en el cantón Sozoranga, por lo cual queda pendiente realizar muestreos adicionales en dicho sector, a fin de comprobar su presencia y evaluar su estado de conservación. Buena parte de su área de ocupación actual se encuentra en zonas de difícil acceso para el ser humano, por lo cual su supervivencia estaría garantizada; sin embargo, se mantiene la categoría En Peligro (EN) señalada en Loaiza, *et al.* (2009), debido a la fuerte presión que enfrenta por parte del ser humano y también por el bajo número de individuos y poblaciones registradas. No se tiene información exacta sobre la presencia de polinizadores para esta especie y tampoco sobre dispersores de semillas, por lo cual se recomienda realizar estudios sobre su biología reproductiva. Se considera que su supervivencia a largo plazo dependerá de la conservación de las áreas de bosque seco interandino presentes a lo largo de la cuenca del río Cata-mayo, y de la implementación de un plan de reproducción *ex situ* y reintroducción de esta especie en su hábitat natural.

LITERATURA CITADA

- Anderson, E. 2001. The cactus family. Portland, O. R. Timber Press.
- Arakaki, M.; C. Ostolaza; F. Cáceres y J. Roque. 2006. Cactáceas endémicas del Perú. *Rev. peru. biol.* Número Especial, 13 (2): 193 - 219.
- Braun, P. & E. Pereira. 2005. The melocacti of Chapada Grande, Brazil and the conservation status of *Melocactus deinacanthus*. *Cactus and Succulent Journal*, 77 (2): 82 - 89.
- Britton, N. L. & J. N. Rose. 1922. The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants in the cactus family. Vol. 3. The Carnegie Institution of Washington. Washington D. C. 258 pp.
- Berry, E. W. 1929. The fossil flora of the Loja basin in southern Ecuador. *Johns Hopkins University Studies in Geology*, 10: 79 - 136.
- Berry, E. W. 1935. Fossil plants from the Malacatos valley in southern Ecuador. *Journal of the Washington Academy of Science*, 25: 126 - 128.
- Berry, E. W. 1945. Fossil floras from southern Ecuador. *Johns Hopkins University Studies in Geology*, 14: 93 - 150.
- Carrión, C. 1930. Breves consideraciones sobre la paleontología de Loja. Pp. 67 - 78 en: Mora, L. F. (Ed.). *El Ecuador Austral*. Casa de la Cultura Ecuatoriana "Benjamín Carrión", Núcleo de Loja y Plan Binacional de Desarrollo Fronterizo Capítulo Ecuador. Loja, Ecuador.
- Colaco, M. A.; R. B. Fonseca; S. M. Lambert; C. B. Costa; C. G. Machado & E. L. Borba. 2006. Reproductive biology of *Melocactus glaucescens* Buning & Brederoo and *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), in the Chapada Diamantina, northeastern Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, 29 (2): 239 - 249.
- Dawson, E. Y. 1965. An undescribed *Melocactus*? in the Galapagos Islands. *Cactus and Succulent Journal*, 37: 126.
- Fernández - Alonso, J. L. & G. Xhonneux. 2002. Novedades taxonómicas y sinopsis del género *Melocactus* Link & Otto (Cactaceae) en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 26 (100): 353 - 365.
- Hershkovitz, M. & E. Zimmer. 1997. On the evolutionary origins of cacti. *Taxon*, 46: 217 - 232.

- Howard, R. A. 1989. Flora of the Lesser Antilles. *Journal of the Arnold Arboretum*, 5: 408 - 410.
- Hunt, D. R. 2006. *The new Cactus Lexicon*. D. H. Books, Milborne Port, U. K.
- Jørgensen, P. M. & S. León - Yanez. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monographs of Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden*, 75: i - viii, 1 - 1182.
- Kennerly, J. B. 1972. Geología de la provincia de Loja en el sur del Ecuador (Documento Traducido). Proyecto Minero FODEP y Escuela de Minas - UTPL. Loja, Ecuador.
- Kvist, L. P. & M. Moraes. 2006. Plantas psicoactivas. Pp. 294 - 312 en: M. Moraes; B. Øllgaard; L. P. Kvist; F. Borchsenius & H. Balslev (Eds.). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Lambert, S. M.; E. L. Borba; M. C. Machado & S. C. Da Silva Andrade. 2006. Allozyme diversity and morphometrics of *Melocactus paucispinus* (Cactaceae) and evidence for hybridization with *M. concinnus* in the Chapada Diamantina, north - eastern Brazil. *Annals of Botany*, 97: 389 - 403.
- Loaiza, C. R. 2008. Distribución y estado poblacional de *Melocactus bellavistensis* (Cactaceae), con notas sobre su proceso de floración y ecología reproductiva en el valle de Catamayo, provincia de Loja. *Arnaldoa*, 15 (1): 31 - 40.
- Loaiza, C. R.; Z. H. Aguirre y O. Jadán. 2009. Estado del conocimiento actual de la familia Cactaceae en el Ecuador. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*, 6 (3): 11 - 22.
- Machado, M. C. 2009. The genus *Melocactus* in eastern Brazil: part I. an introduction to *Melocactus*. *Cactus World*, 27: 5 - 20.
- Madsen, J. E. 1989. Cactaceae. En G. Harling y L. Anderson (eds.), *Flora of Ecuador*, 35: 1 - 79.
- Madsen, J. E. 2000. Fitogeografía de las cactáceas del Ecuador. *Memorias del Tercer Congreso Ecuatoriano de Botánica*. Quito, Ecuador.
- Madsen, J. E. 2002. Cactus en el sur del Ecuador. pp. 289 - 303 en: Aguirre, Z. et al. *Botánica Austroecuatoriana: Estudios sobre los Recursos Vegetales en las Provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe*. Primera Edición. Ediciones Abya - Yala. Quito, Ecuador.
- Marcelo - Peña, J. L. & C. Ostolaza. 2008. Las Cactáceas de Jaén, Cajamarca - Perú. *Revista Quepo*, 22: 54 - 71.
- Nassar, J. M. & N. Ramirez. 2004. Reproductive biology of the melon cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). *Plant Syst. Evol.*, 248: 31 - 44.
- Nassar, J. M.; N. Ramírez; M. Lampo; J. A. González; R. Casado & F. Nava. 2007. Reproductive biology and mating system estimates of two Andean *Melocacti*, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). *Annals of Botany*, 99: 29 - 38.
- Phillips, S. J.; R. P. Anderson & R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231 - 259.
- Phillips, S. J. & M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161 - 175.
- Rogers, C. N. & P. A. Evans. 1981. *Melocactus macracanthos* in habitat. *Cact. Succ. J. Gr. Brit.*, 43: 33 - 36.
- Santos - Fonseca, R. B.; L. Silveira & E. Leite. 2008. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, 31 (2): 237 - 244.
- Taylor, N. 1991. The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. *Bradleya*, 9: 1 - 80.

Taylor, N. P. & D. C. Zappi. 2004. Cacti of eastern Brazil. Richmond, Surrey, U. K. Royal Botanic Garden. Kew.

Valencia, R. N.; N. Pitman; S. León - Yáñez & P. M. Jørgensen (eds.). 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Herbario QCA / Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito - Ecuador.

Weller, A. A. 2000. Biogeography, geographic variation and habitat preference in the Amazilia Hummingbird, *Amazilia amazilia* Lesson (Aves: Trochilidae), with notes on the status of *Amazilia alticola* Gould. *Journal of Ornithology*, 141: 93 - 101.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación recibió el apoyo del Instituto de Ecología de la Universidad Técnica de Loja (U.T.P.L.). Se extiende un agradecimiento a todo el personal del Herbario (HUTPL) por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente estudio. Un agradecimiento especial a Marco Salazar y Jackson Romero, por su valiosa ayuda con el trabajo de campo. También se desea agradecer a José Luis Marcelo - Peña del Herbario MOL (UNALM), por su ayuda en la obtención de información relacionada con la distribución del género *Melocactus* en el norte del Perú. Otro agradecimiento especial a Jafet Nasar por las observaciones realizadas y su revisión al manuscrito.