5.7.1. Datos generales

Nombre: Steinmann, V. W., Ramírez-Amezcua, Y., Arredondo-Amezcua, L. y Hernández-Cárdenas, R.

Domicilio: Av. Lázaro Cárdenas 253; Col. Centro; Pátzcuaro, Michoacán; C.P. 61600

Teléfono: 434 342 26 98

Correo electrónico: victor.steinmann@inecol.mx

Institución: Instituto de Ecología, A. C. – Centro Regional del Bajío

5.7.2 ***Castilleja tolucensis*** H.B.K., Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 329. 1818. Es una hierba hemiparásita endémica de la vegetación alpina de la porción centro-oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (Rodríguez-Jiménez, 2005) de la familia Orobanchaceae. Se conocen poblaciones del Nevado de Toluca, el Monte Tláloc, el Popocatépetl, la Iztaccíhuatl, la Malinche, el Cofre de Perote y el Pico de Orizaba. Es una de las especies con distribución más alta en México, llegando hasta los 4570 m (Webster, 1961). Nombre común: "Garañona".

5.7.3. Mapa de distribución geográfica (ver punto 3 de Criterio A)

5.7.4 Justificación técnica de la propuesta

a) El presente diagnóstico se realizó a través de revisión de ejemplares en los herbarios nacionales con la mayor representación de plantas alpinas. Estos incluyen los de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB), de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMCE), del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), del Instituto de Ecología - Centro Regional del Bajío (IEB), del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y del Instituto de Ecología (XAL); así como con recorridos por la zona

alpina de la Faja Volcánica Transmexicana, colectando ejemplares y tomando nota de su abundancia local, hábito y fenología. Hasta el trabajo de Steinmann *et al.* (en preparación), no existían estudios previos para esta especie, excepto algunos datos de distribución proporcionados por Rzedowski y Rzedowski (2005) y colectas aisladas.

Castilleja tolucensis es una especie que se conoce solamente de algunos picos montañosos con vegetación alpina en la Faja Volcánica Transmexicana. La vegetación alpina es un tipo de pastizal, matorral o estrato herbáceo que ocupa menos de 0.001% del territorio nacional y es uno de los ecosistemas más vulnerables a desaparecer debido al calentamiento global. Las poblaciones más abundantes de *Castilleja tolucensis* se encuentran en el Nevado de Toluca y en el Pico de Orizaba, en ambos volcanes existe una fuerte presión debida a la acción turística (que se lleva flores y pisotea ejemplares). En otros picos como el Monte Tláloc (donde el pastizal alpino parece estar en contracción de acuerdo a observaciones de Steinmann *et al.*, en preparación) y el Popocatépetl (donde la población existente ha sido reportada como un pequeño manchón y la última colecta data de la década de los 70's), sus poblaciones parecen estar en procesos de desaparición.

b) Procurar la continuidad de las poblaciones de *Castilleja tolucensis* representa conservar un linaje tropical que se ha adaptado a ambientes caracterizados por frío extremo y por ello constituye una novedad evolutiva. Al ser hemiparásita, ha evolucionado junto con otras especies que funcionan como hospederos; aunque no se conoce la especificidad de *Castilleja tolucensis*, se le ha encontrado parasitando a *Arenaria bryoides*, una especie estrictamente alpina característica de pastizales alpinos de México y Guatemala. Por tener flores de morfología ornitofílica representa un sistema muy interesante para estudios de polinización en ambientes extremos. Además de la importancia evolutiva y ecológica de *C. tolucensis*, paisajísticamente tiene un valor inigualable, dado que es una de las únicas especies de flores rojas de la zona alpina y llega a ser una de las plantas más conspicuas cuando está en floración.

c) Hay evidencias de que el pastizal alpino mexicano tiende a desaparecer, y el cambio climático es uno de los factores que ponen en riesgo a dicho ecosistema. Existen datos sobre la reducción reciente de algunos de los glaciares del centro de México (Delgado-

Granados, 1997; Lugo, 1984) y según las proyecciones para Norteamérica, 99% de dicho ecosistema estará afectado en el año 2090 (Rehfeldt *et al.*, 2012). Aunque se desconoce cómo estos cambios están impactando la biodiversidad, se sabe que las comunidades montanas corren mayor riesgo ante el cambio climático dado su aislamiento geográfico y a las adapaciones únicas que sus especies poseen (Foster, 2001; van der Heijden y Phillips, 2009; La Sorte y Jetz, 2010). Otros factores de riesgo son el impacto del pisoteo debido al turismo y ganadería en alta montaña, además de un factor de riesgo potencial por el desarrollo urbano en zonas aledañas al pastizal alpino.

d) En el largo plazo, no se vislumbra un pronóstico favorable para las especies que componen el pastizal alpino mexicano. Aunque todos los manchones de vegetación alpina del centro de México se encuentran dentro de Parques Nacionales o zonas de conservación, en general no hay acciones concretas que regulen y evaluen el impacto humano en el hábitat, y si bien la tendencia de pastoreo tiende a disminuir, hace falta erradicarlo por completo. Con respecto a la incidencia de turistas en la zona alpina, destaca la vulnerabilidad de las poblaciones en el Nevado de Toluca, una de las pocas montañas donde se encuentran poblaciones de *Castilleja tolucensis*. Además, el cambio climático parece ser el principal factor de riesgo para los ecosistemas alpinos de México y es el más difícil de controlar. Las proyecciones a futuro de la vegetación publicadas hasta ahora (Rehfeldt *et al.*, 2012), muestran que el pastizal alpino de todo Norteamérica se verá seriamente afectado a mediano y largo plazo bajo distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero propuestos por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Por lo que destacamos la importancia de designar Subzonas de Protección en las actuales Áreas Naturales Protegidas en los sitios climática y edafológicamente más estables, donde actualmente se presenten comunidades alpinas, compuestas por especies endémicas como *Castilleja tolucensis*.

f) No se generan costos.

g) *Castilleja tolucensis* es una especie de importancia evolutiva y ecológica inigualable. Sus adaptaciones le permiten llegar hasta 4570 m de altitud, siendo así la planta vascular que crece más alto en México. Además de que paisajísticamente tiene un valor inigualable.

h) Se recomienda establecer monitoreo de la dinámica poblacional y promover la investigación en torno a sus interacciones ecológicas.

i) Referencias que sustentan el marco el planteamiento de la inclusión de *Castilleja tolucensis* en la NOM:

Almeida-Leñero, L., Escamilla, M., Giménez de Azcárate, J., González-Trápaga, A. y Cleef, A. M. 2007. Vegetación alpina de los volcanes Popocatépetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Colima. En: Luna, I., Morrone, J. J. y Espinosa, D. (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional de México, México, D.F. pp. 179–198.

Beaman, J. H. 1962. The timberlines of Iztaccihuatl and Popocatepetl. Ecology, 43: 377–375.

Delgado-Granados, H. 1997. The glaciers of Popocatépetl volcano (Mexico). Quat. Int. 43/44: 53–60.

Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. Earth Sci Rev 55:73–106.

La Sorte, F. A. y Jetz, W. 2010. Projected range contractions of montane biodiversity under global warming. Proc R Soc Lond B 277:3401–3410.

Lugo, J. 1984. Geomorfología del sur de la cuenca de México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Varia 8: 1–95.

Rehfeldt, G. E., Crookston, N. L., Sáenz-Romero, C. y Campbell, E. M. 2012. North American vegetation model for land-use planning in a changing climate: a solution to large classification problems. Ecological Applications, 22(1): 119–141.

Rzedowski, J. y Rzedowski, G. C. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán.

Steinmann, V. W., Ramírez-Amezcua, Y., Arredondo-Amezcua, L. y Hernández-Cárdenas, R. A. En preparación. Flora alpina del centro de México.

Van der Heijden, G. M. F. y Phillips, O. L. 2009. Environmental effects on Neotropical liana species richness. J Biogeogr 36:1561–1572.

j) *Castilleja tolucensis* es una especie endémica del pastizal alpino de la zona centro-oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, logra colonizar las partes más altas y agrestes de la zona alpina de los volcanes. Además es un caso de estudio interesante por sus relaciones de hemiparasitología con otras alpinas, tales como *Arenaria bryoides* y por su síndrome de polinización que parece no encajar con la biota polinizadora de esas alturas. Dada la vulnerabilidad del pastizal alpino a los efectos del cambio climático, es necesario realizar planes de conservación de su flora endémica, en particular especies como ésta que están restringidas a unas pocas montañas dentro de la Faja.

5.7.5. Anexo normativo II

Criterio A. Características de la distribución geográfica

1. Extensión de la distribución: más de 1 km² pero menos del 1% del territorio nacional = 3
2. Número de poblaciones o localidades conocidas = 2
3. Provincias biogeográficas donde se encuentra: Faja Volcánica Transmexicana = 3

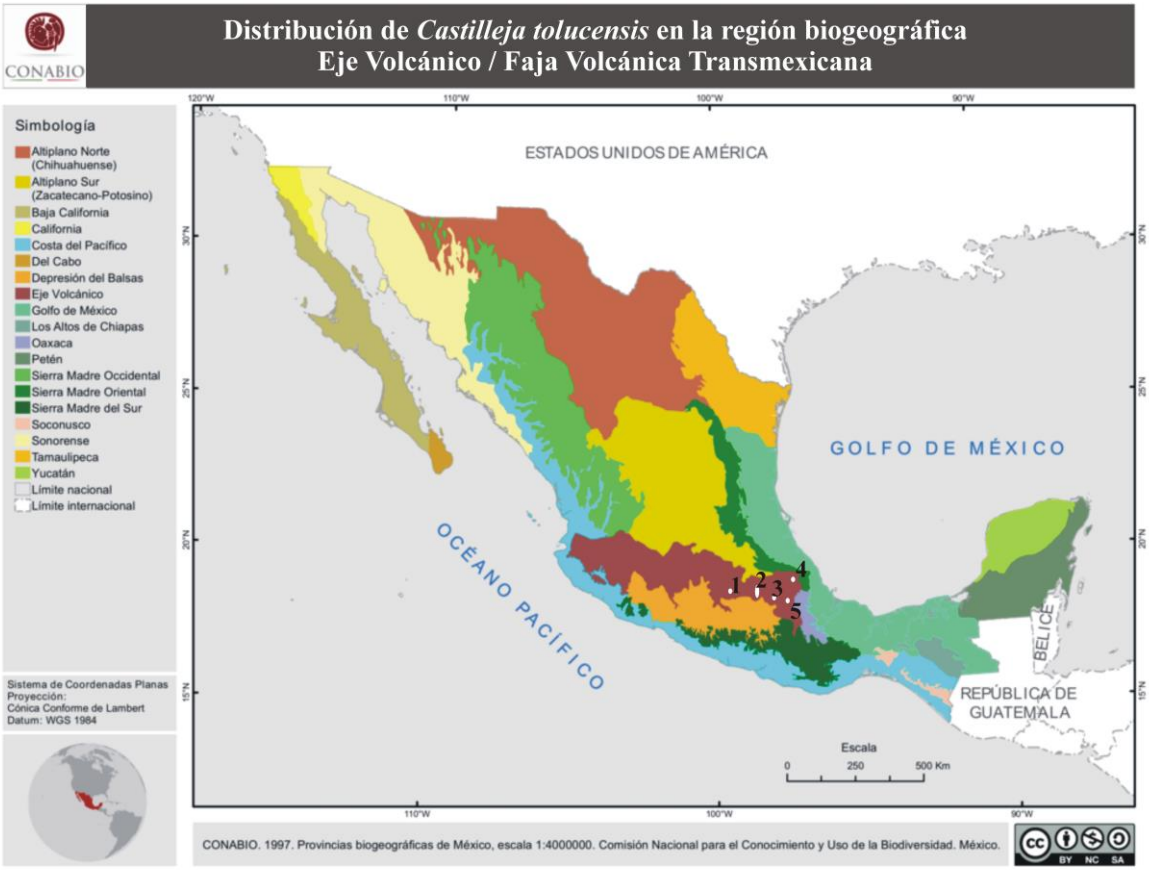

Figura 1. Mapa de distribución de *Castilleja tolucensis* en los picos más altos de la porción centro-oriental de la provincia biogeográfica "Eje Volcánico / Faja Volcánica Transmexicana": 1. Nevado de Toluca; 2. Popocatépetl, Iztaccíhuatl y Monte Tláloc; 3. Malinche; 4. Cofre de Perote; 5. Pico de Orizaba.

4. Representatividad de la distribución del taxón en territorio mexicano: no periférica o extralimital = 0

SUBOTAL DEL CRITERIO A: 8/11= 0.727

Criterio B. Características del hábitat

1. ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta? En pastizal alpino = 3
2. ¿El taxón tiene un hábitat especializado? Sí, zona pedregosa o rocosa del pastizal alpino = 1
3. ¿La presencia de la población es dependiente de un hábitat primario? Sí = 1

4. ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión? No = 0
5. Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón: 200 - <500 m = 2

SUBOTAL DEL CRITERIO B: 7/9= 0.778

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca

C -1 Demografía

1. Número total de individuos: no se tienen estimaciones = 0
2. Reclutamiento: no se tienen estimaciones = 0
3. Atributos demográficos:
   a. ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción? No = 0
   b. ¿Hay colonialidad? Sí = 0
   c. ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país? No = 0
   d. ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad? No = 0
   e. ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles? No = 0
   f. ¿La floración es sincrónica o gregaria? Sí = 1
   g. ¿El taxón produce pocos propágulos (en comparación con otros miembros de su linaje)? No = 0

C -2 Genética

1. Variación molecular. No hay estudios
2. Estructura genética molecular: No hay estudios
3. Cantidad de variación genética: No se conoce
4. Nivel de diferenciación entre poblaciones: No se conoce

C -3 Interacciones bióticas especializadas

1. ¿El taxón requiere una "nodriza" para su establecimiento? No = 0
2. ¿El taxón requiere hospedero o forofito específico? Sí = 1
3. ¿El taxón requiere polinizador específico? No se sabe
4. ¿El taxón tiene dispersor específico? No = 0
5. ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada? No = 0

6. ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza? No se sabe
7. ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)? No = 0

SUBOTAL DEL CRITERIO C: 2/23= 0.087

II. Índice de impacto antropogénico

Criterio D. Impacto de la actividad humana

1. ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat? No se sabe = 0
2. ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón? El impacto solamente afecta algunas poblaciones = 1
3. ¿Existe evidencia que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales? Sí = 1
4. ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón? No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0
5. ¿El taxón es cultivado o propagado *ex situ*? No = 0

SUBOTAL DEL CRITERIO D: 2 /10= 0.2

ASIGNACIÓN A LAS DISTINTAS CATEGORÍAS DE RIESGO: Amenazada (A)
PUNTAJE OBTENIDO = 1.8