

**PROPUESTA PARA INCLUIR A *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS*  
(OYAMEL DE COLIMA) EN LA NOM-059-SEMARNAT-2014**

**DATOS GENERALES DE LOS RESPONSABLES DE LA PROPUESTA (5.7.1):  
NOMBRES:**

<sup>1</sup>Dr. Miguel Ángel Muñiz Castro  
Profesor Investigador Asociado B  
Miembro del SNI, Nivel C.

<sup>1</sup>Dr. José Antonio Vázquez García  
Profesor Investigador Titular C  
Miembro del SNI, Nivel I.

<sup>2</sup>Dr. Ramón Cuevas Guzmán  
Profesor Investigador Titular C  
Miembro del SNI, Nivel I.

<sup>1,3</sup>M. Sc. Viacheslav Shalisko  
Profesor de Asignatura, Doctorante en BEMARENA, Universidad de Guadalajara.

<sup>1</sup>M. Sc. Sonia Navarro Pérez  
Profesora Investigadora Titular A  
Profesora Perfil Deseable PROMEP.

<sup>4</sup>Biól. José Villa Castillo  
Biólogo, Director del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima.

<sup>4</sup>Mary Hektner  
Voluntaria, Cuerpo de Paz – México.

<sup>5</sup>Biól. Ricardo Guerrero Hernández  
Estudiante de la Maestría BIMARENA, Universidad de Guadalajara.

**INSTITUCIONES:**

<sup>1</sup>Departamento de Botánica y Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara  
Camino Ramón Padilla Sánchez #2100 Nextipac Zapopan Jalisco  
Teléfono: +52 (33)3777 1150, (33)3777 1192, ext. 33280.  
Correos electrónicos: [mca44083@cucba.udg.mx](mailto:mca44083@cucba.udg.mx), [jvazquez@cucba.udg.mx](mailto:jvazquez@cucba.udg.mx),  
[snavarro@cucba.udg.mx](mailto:snavarro@cucba.udg.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Ecología y Recursos Naturales  
Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad  
Centro Universitario de la Costa Sur Universidad de Guadalajara  
Independencia Nacional N° 151, Autlán de Navarro, Jalisco. 48900 México.

Tel 317 38 2 50 10 Fax: 317 38 1 14 25 Ext. 7138, 7153.

Correo electrónico: [rcuevas@cucsur.udg.mx](mailto:rcuevas@cucsur.udg.mx)

<sup>3</sup>Doctorado en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BEMARENA), Orientación Biosistemática, en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Correo: [vshalisko@gmail.com](mailto:vshalisko@gmail.com)

<sup>4</sup>Parque Nacional Volcán Nevado de Colima

Primero de Mayo #126 int. 10, 49000 Ciudad Guzmán. Teléfono: 01 341 412 2025

Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

Correos: [oyamel\\_2001@yahoo.com.mx](mailto:oyamel_2001@yahoo.com.mx), [john\\_mary@q.com](mailto:john_mary@q.com)

<sup>5</sup>Maestría en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BIMARENA). CUCBA. Correo: [riccardoguerreiro@hotmail.com](mailto:riccardoguerreiro@hotmail.com)

**NOMENCLATURA TAXONÓMICA (Punto 5.7.2 de la NOM-059-SEMARNAT-2010)  
REFERENTE A LA ESPECIE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS*  
(OYAMEL DE COLIMA)**

**REINO:** Plantae

**DIVISIÓN:** Spermatophyta

**CLASE:** Gymnospermae

**SUBCLASE:** Pinidae

**ORDEN:** Pinales

**FAMILIA:** Pinaceae

**GÉNERO:** *Abies*

**ESPECIE:** *religiosa*

**SUBESPECIE:** *colimensis*



**NOMBRE CIENTÍFICO VÁLIDO:**

*Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba

**SINÓNIMOS MÁS RELEVANTES:**

*Abies colimensis* Rushforth & Narave

*Abies religiosa* (Kunth) Schltldl. & Cham. var. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba

**NOMBRES COMUNES:**

Oyamel de Colima, abeto de Colima, pinabete de Colima.

**FICHA RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN DE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS* (OYAMEL DE COLIMA) A LA NOM-059-SEMARNAT-2014**

En la presente propuesta se proveen los argumentos, documentos y referencias que justifican la inclusión de *Abies religiosa* (Kunth) Schltldl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba, en la lista de especies en riesgo del anexo III de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-, y como subespecie endémica de los estados de Jalisco y Colima. Así como también se presentan la información necesaria para determinar la categoría de riesgo en la que se debe incluir a *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, de conformidad con lo contenido en el Anexo Normativo II, del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. **De acuerdo a la aplicación de éste método para el total de los cuatro criterios (A, B, C y D) se obtuvo un puntaje de 2.61 (Suma de los criterios A+B+C+D= 0.82+0.56+0.43+0.8 =2.61), valor que ubica al taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la categoría de riesgo de: En Peligro de Extinción.** También se expone sección de relevancia taxonómica en la que se proveen los argumentos taxonómicos que justifican reconocer y confirmar a las poblaciones de *Abies religiosa* del Nevado de Colima y de la Sierra de Manantlán como un taxón único al menos a nivel de subespecie: *Abies religiosa* (Kunth) Schltldl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba (nombre científico válido), ya que tiene algunas diferencias morfológicas, genéticas y geográficas con otras poblaciones de *Abies religiosa* del centro y oriente de México, con lo que se confirma que *Abies religiosa*. subsp. *colimensis* debe ser tratado como una entidad taxonómica y biológica diferente a las otras poblaciones de *Abies religiosa* de México. Los argumentos más relevantes que justifican la inclusión de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la NOM-059-SEMARNAT son: 1) Esta subespecie tiene una diversidad genética extremadamente baja ( $H_e = 0.020=2\%$ ), la más baja conocida entre todas las especies de *Abies* de Mesoamérica y en una de las más bajas entre las especies arbóreas del planeta; 2) el área de ocupación de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es muy reducida, de aproximadamente 150.02 km<sup>2</sup> equivalentes a sólo el 0.007 % del territorio nacional; 3) sólo tiene tres poblaciones que presentan un alto grado de fragmentación y aislamiento geográfico (tanto natural como antropogénico), por lo que su acervo genético es muy diferente y único; 4) es endémica del sur de Jalisco y un solo cerro de Colima, en una sola provincia biogeográfica, en sólo dos tipos de vegetación; 5) presenta un alto impacto de deforestación de origen antropogénico por tala clandestina en las áreas naturales protegidas y fuera de ellas, por permisos de aprovechamiento injustificados, por incendios provocados para cambio de usos de suelo a pastizales ganaderos y cultivos, y por calentamiento global; 6) el calentamiento global aumenta la incidencia de plagas y enfermedades provenientes de ecosistemas bajos tropicales y reduce la superficie de hábitat adecuado para la especie por ubicarse ésta en las

partes altas, picos y crestas de las montañas; 7) existe una alta presión de aprovechamiento insostenible y de cambio de uso de suelo; 8) la capacidad de resiliencia o de recuperación de la especie es baja debido a su lenta tasa decrecimiento y su alto grado de erosión genética, que combinada con el calentamiento global y la migración de nubes a partes más altas (fuente de humedad indispensable para los oyameles), no permitirá que esta especie tenga una pronta respuesta adaptativa ni pueda migrar a partes más altas (no hay áreas más altas ni en el Nevado de Colima ni en la Sierra de Manantlán), lo que la conduciría inevitablemente a su extinción global. Por todo ello es urgente proveerle a *Abies religiosa* subsp. *colimensis* el estatus de protección legal como especie en peligro de extinción que está ampliamente justificado con la información de la presente propuesta, la aplicación del MER y referencias que la apoyan.

## **MOTIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA**

1. Proveer los argumentos, documentos y referencias que justifican la inclusión de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la lista de especies en riesgo del anexo III de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-, y como subespecie endémica de los estados de Jalisco y Colima.
2. Presentar la información necesaria para determinar la categoría de riesgo en la que se debe incluir la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, de conformidad con lo contenido en el Anexo Normativo II, del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

## **BREVE DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE *Abies religiosa* subsp. *colimensis***

Árboles monoicos, siempre-verdes, resinosos, de hasta 30 m de altura y más de 1 m de diámetro de tronco, de copa cónica y densa. Corteza al principio suave y plateada, después fisurada con láminas escamosas grises a cafés. Tallos terminales verde olivo en el primer año, café oscuro o rojizo a partir del segundo año, glabras o con tricomas finos esparcidos. Ramillas ascendentes en la parte alta de la copa, dispersas en medio y reclinadas abajo. Yemas vegetativas globosas a cónicas, muy resinosas, 2–3 x 3–4 mm. Hojas lineares y persistentes, glaucas a verde-azulosas, 12–35 x 1.5 mm, con estomas en una banda amplia pálida en el haz y dos bandas blanco-azulosas en el envés. Conos femeninos se desarrollan en la parte alta de la copa, constan de un eje erguido y persistente y de escamas caducas, de color verde cuando inmaduros, con forma de barril u ovado-oblonga, grandes (11–17.9 x vs 9-16 mm de largo). Brácteas de los conos femeninos anchas (7–11 vs. 5–8.5 mm), cubren hasta el 65% de la superficie del cono, reflejas (Rushforth 1989) (Figuras 1, 2, 8 y 10).

*Reproducción y fenología:* La polinización es por viento, durante los meses de abril a junio. La etapa de maduración de conos femeninos de finales de septiembre a noviembre. La emergencia y desarrollo de hojas es de abril a noviembre (Mantilla-Blandón 2006).

*Distribución geográfica y hábitat:* *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es un conjunto de tres poblaciones aisladas de las otras poblaciones de *Abies religiosa* de México, se distribuye en cañadas, valles y laderas del Volcán Nevado de Colima y en las partes más altas de la Sierra de Manantlán y Cerro Grande, en los estados de Jalisco y Colima (Figuras 3, 4 y 5),

entre altitudes de 2,000 y 3,500 msnm, **por lo que es una subespecie endémica del Sur de Jalisco y Cerro Grande (Jalisco-Colima), México.** Los suelos donde prospera son profundos y con alto contenido de humedad. Llegan a ser dominantes de sus comunidades y en ocasiones se asocian a especies de pino, encino, ericáceas, de bosque mesófilo y de pastizales subalpinos.

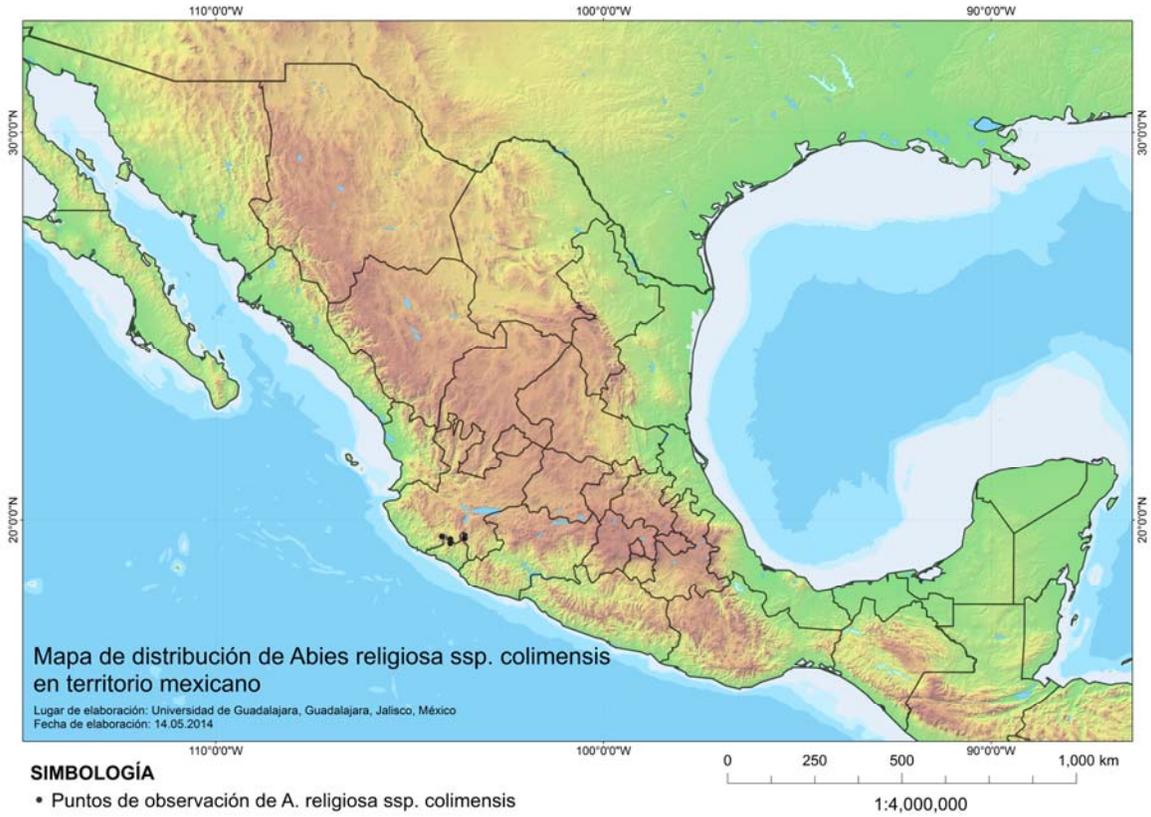


**Figura 1.** Forma de crecimiento del oyamel de Colima (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*) en un hábitat perturbado de las laderas NW del Volcán Nevado de Colima, en el estado de Jalisco.



**Figura 2.** Bosque de oyamel de Colima (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*) en una cañada cercan al campamento La Joya, las laderas NE del Volcán Nevado de Colima, en el estado de Jalisco.

### **5.7.3 MAPA escala 1:4,000,000 DEL ÁREA DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS***



**Figura 3.** Mapa de México escala 1:4 000 000 con la distribución de colectas de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la región del Complejo Volcánico Nevado de Colima y Volcán de Fuego y Sierra de Manantlán.

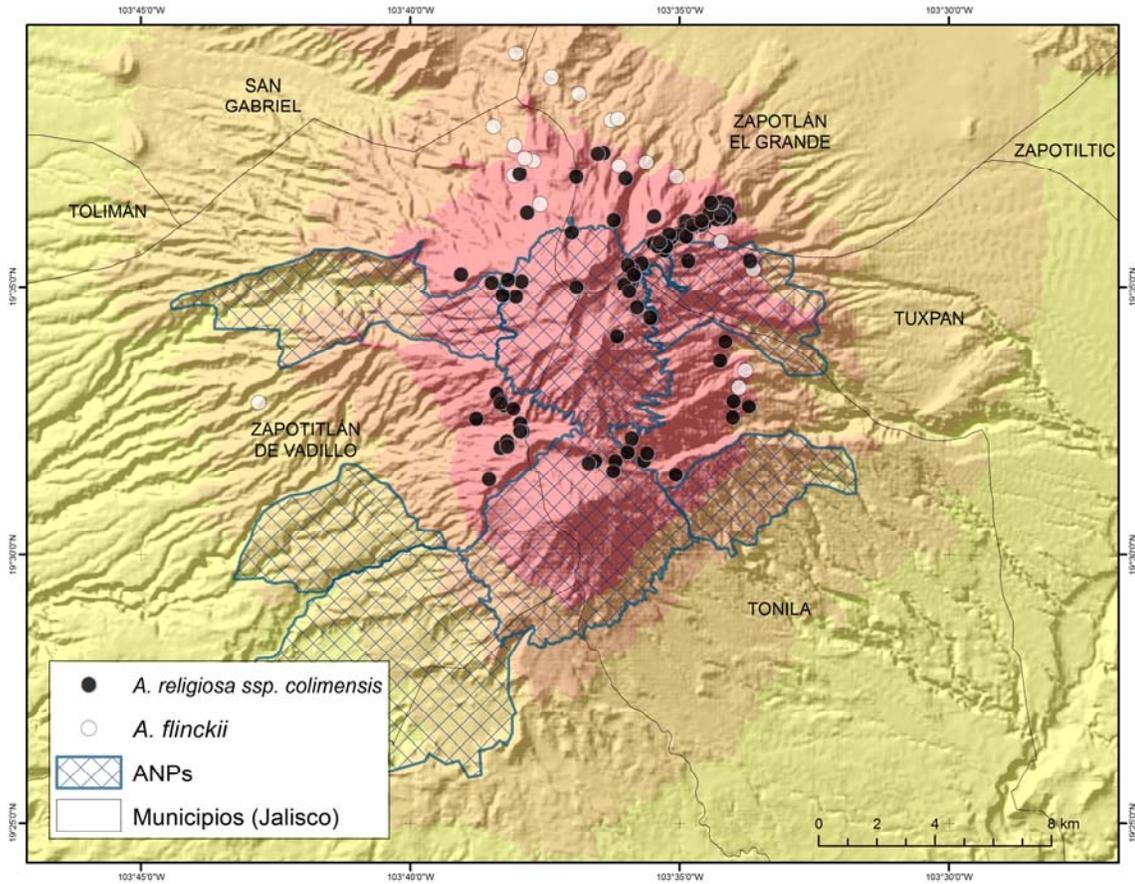


Figura 4. Mapa de distribución de colectas de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y *Abies flinckii* en la región de Parque Nacional Volcán Nevado de Colima y el Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima.

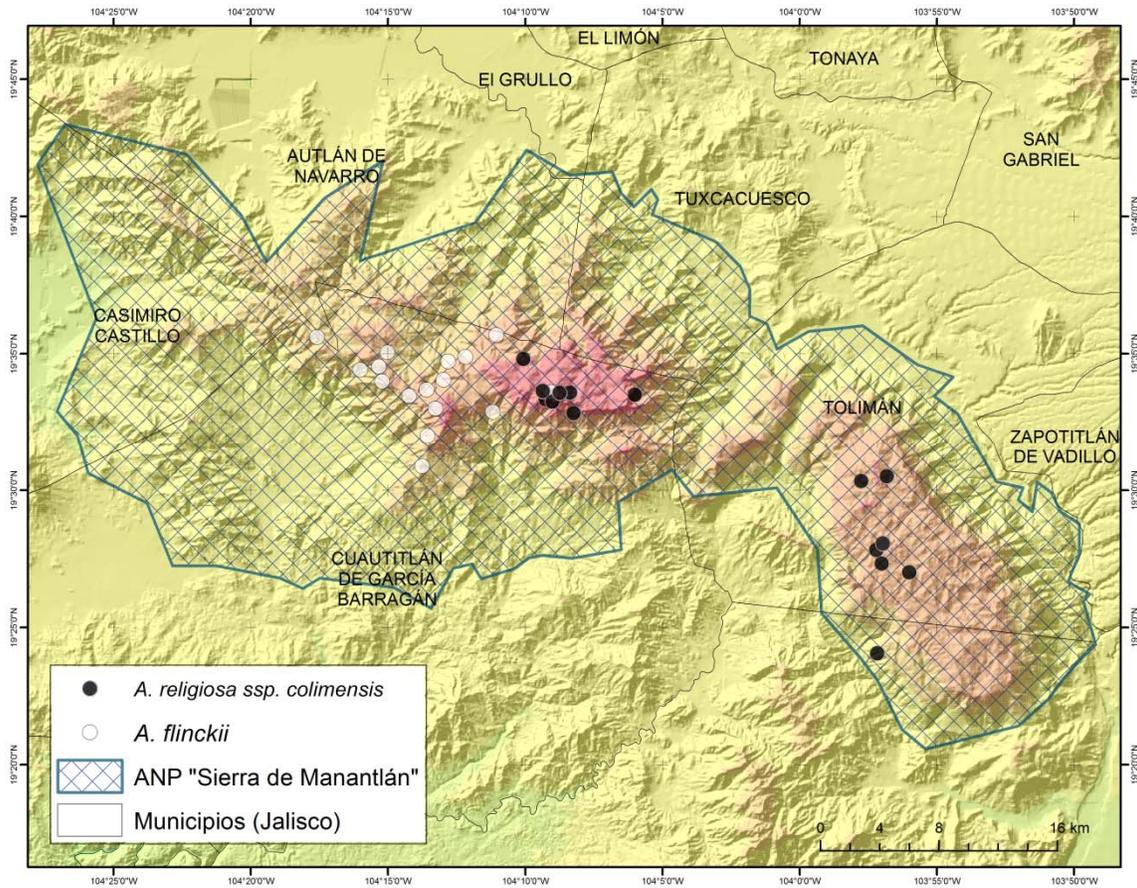


Figura 5. Mapa de distribución de colectas de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y *Abies flinckii* en la región de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, en la Sierra Madre del Sur. Las áreas naturales protegidas son el Parque Nacional del Nevado de Colima y el Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima.



Figura 6. Asociación de bosque de oyamel de Colima (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*) con *Pinus hartwegii* y zacatonal alpino cerca del picacho del Nevado de Colima, Jalisco.

#### **5.7.4 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA DE LA PROPUESTA QUE INCLUYA AL MENOS LOS SIGUIENTES PUNTOS:**

**a) Análisis diagnóstico del estado actual que presentan la población o especie y su hábitat; esta diagnosis debe definir los métodos utilizados para desarrollarla y debe incluir los antecedentes del estado de la especie y su hábitat o, en su caso, de la población, que son el motivo de la propuesta.**

#### **ANÁLISIS DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS***

Los estudios de las poblaciones de *Abies* (oyamel) en el Complejo Volcánico de Colima (CVC) son escasos, entre los cuales destacan los realizados por Cuevas-Guzmán et al. (2011) y Maarse et al. (2012). El primero de estos trabajos está enfocado al análisis estructural y la diversidad arbórea que tienen los bosques definidos por este género; el segundo trata de identificar patrones en la composición de ensambles de vegetación, en los que se incluyen asociaciones de *Abies*. En ambos trabajos utilizan el nombre de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. y corresponden a las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* consideradas en la presente propuesta.

En el trabajo realizado por Cuevas-Guzmán et al. (2011) fueron analizadas 24 parcelas en cinco localidades del estado de Jalisco, de las cuales cinco se realizaron en el

Nevado de Colima para determinar la estructura, composición florística y diversidad del bosque de *Abies*. La metodología de muestreo empleada fue la utilizada por Vázquez y Givnish (1998). Cada parcela tiene un área de muestreo de 0.1 ha y consiste de un rectángulo tipo rejilla de 60 × 48 m, dividido en 20 cuadrados de 12 × 12 m (distribuidos en cuatro filas × 5 columnas). De éstos últimos se seleccionaron 10 en forma estratificada aleatoria, cinco a cada lado de una línea que dividió a la parcela en dos partes de 24 × 60 m. Dentro de cada uno de los 10 cuadros se ubicó una subparcela circular central de 100 m<sup>2</sup> (5.64 m de radio). Dentro de cada círculo de 100 m<sup>2</sup> se identificó, registró y midió el diámetro a la altura del pecho (1.3 m, DAP) y la altura de copa de todas las especies leñosas con DAP ≥ 2.5 cm.

De las cinco localidades estudiadas, la de El Nevado tuvo los menores valores de área basal (AB) y densidad (D) por hectárea con 48.5 m<sup>2</sup> y 608 individuos (ind), en los que se incluyen todas las especies y no solo la del oyamel. Por su parte, *Abies religiosa* subsp. *colimensis* registra una AB de 28.913 m<sup>2</sup>/ha y una D de 412 ind/ha, esto es el 59.61 y 67.77% respectivamente de la localidad estudiada. La población de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la Sierra de Manantlán presenta valores más bajos que la del Nevado, con un área basal de 6.37 m<sup>2</sup>/ha y una densidad de 254 ind/ha. En cuanto a la diversidad de especies leñosas, El Nevado presenta también el valor más bajo con 14 taxa, entre los que destacan *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, *Buddleja cordata*, *Quercus laurina* y *Pinus pseudostrobus*. El AB de la población de *A. religiosa* subsp. *colimensis* resulta ligeramente mayor a la obtenida por Encina-Domínguez et al. (2008) para *A. vejarii* (16.44 m<sup>2</sup>/ha) en la Sierra de Zapalinamé, Coahuila y a lo reportado por Bautista-Sampayo (2013) para *A. religiosa* en el estado de Tlaxcala en dos predios (22.74 y 24.86 m<sup>2</sup>/ha); pero es menor a lo señalado por Sánchez-Velásquez et al. (1991) en un intervalo altitudinal de 3200-3400 m en el Cofre de Perote con una AB de 70 m<sup>2</sup>/ha, el mismo caso es con las localidades de Atenguillo y Cacoma en el occidente de Jalisco (46.31 y 35.25 m<sup>2</sup>/ha) para *A. flinckii* (Cuevas-Guzmán et al. 2011). La baja diversidad arbórea coincide a lo mencionado por Manzanilla (1974) y a lo estudiado por Sánchez-González et al. (2006), Encina-Domínguez et al (2008) y Bautista-Sampayo (2013). Sin embargo difiere con las localidades de Atenguillo y Cacoma (Cuevas-Guzmán et al. 2011), las cuales tienen una afinidad más mesófila y presentan el doble de taxa arbóreos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Atributos estructurales de algunas localidades con bosque de oyamel del occidente de México del estudio de Cuevas-Guzmán et al. (2011) comparadas con otros bosques de oyamel de México.

TAXA	LOCALIDAD	AB (m <sup>2</sup> /ha)	D (ind/ha)	DIVERSIDAD ARBÓREA (especies)	RANGO ALTITUDINAL (m s.n.m.)
<i>Abies religiosa</i> subsp. <i>colimensis</i>	El Nevado, Jalisco	28.91	412	14	2900-3015
<i>Abies religiosa</i> subsp. <i>colimensis</i>	Manantlán, Jalisco	6.37	254	28	2450-2750
<i>Abies flinckii</i>	Atenguillo, Jalisco	46.31	500	24	2162-2280

<i>Abies flinckii</i>	Cacoma, Jalisco	35.25	426	28	2090-2370
<i>Abies vejarii</i>	Sierra de Zapalinamé, Coahuila	16.44	439	15	2800-3100
<i>Abies religiosa</i>	Tlaxcala EMM*	22.74	1037	13	2180-3003
<i>Abies religiosa</i>	Tlaxcala SJM*	24.86	876	9	3045-3221
<i>Abies religiosa</i>	Cofre de Perote, Veracruz	70	X	X	3200-3400

\*EMM: Ejido Mariano Matamoros

\*SJM: San José el Manantial.

Por otro lado, en el estudio llevado a cabo por Maarse et al. (2012), se identificaron seis comunidades vegetales, en las que dos comunidades se incluye a *Abies* y son, 1) Lower Montane *Quercus/Pinus/Abies* mesophyllous (cloud) forest y 2) Upper Montane *Alnus firmifolia-Abies religiosa* (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*) forest. Se realizaron 103 parcelas de 50 × 60 m (300 m<sup>2</sup>) para árboles, con una parcela anidada de 5 × 5 m (25 m<sup>2</sup>) para hierbas. Los datos consistieron en la presencia de especies por parcela y su abundancia. La vegetación fue descrita usando el método de Braun-Blanquet, modificado por Cleef (1984). La primer comunidad está formada por elementos propios del Bosque Mesófilo de Montaña, *Quercus*, *Alnus* y *Abies religiosa* (*A. religiosa* subsp. *colimensis*); pero no menciona la presencia de *A. flinckii* ya que *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es más frecuente y abundante que *A. flinckii* en este tipo de vegetación en el CVC. La segunda asociación vegetal es un bosque de *Abies religiosa* (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*) y *Alnus firmifolia* (*A. jorullensis*) a mayor altura, por lo que en ésta comunidad la diversidad es más baja y hay una dominancia casi total de estos dos elementos. La presencia de *Alnus jorullensis* es un indicador de disturbio, ya que es de una etapa sucesional antes que la clímax que es la formada por *Abies* (Rzedowski 1978). Aquí los autores no proporcionan datos de área basal para soportar más tal evidencia.

Respecto al hábitat, *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se desarrolla tanto en cañadas protegidas como en las laderas y crestas del Nevado de Colima. Ha sido registrado en los flancos norte, noroeste y noreste de la montaña entre 2350 y 3150 m s.n.m., en su límite inferior de su rango altitudinal se mezcla con *A. flinckii* y el BMM en un clima templado subhúmedo C(w), aunque generalmente en sitios más secos (Rushforth 1989). En su límite de distribución superior crece junto con *Pinus hartwegii* y Maarse et al. (op. cit.) lo ubican hasta la cota altitudinal de 3450 m, donde cada año ocurren nevadas y se presenta el subgrupo climático semifrío C(b') (García, 2004). Esto concuerda con Rzedowski (1978), quién describe que los bosques de *Abies* en México se desarrollan mayormente debajo de la faja del bosque de *Pinus hartwegii*, entre 2400 y 3600 m de elevación.

Las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en El Nevado, forman comunidades casi monoespecíficas al igual que aquellas formadas por *A. religiosa* y *A. hickelii* en el resto de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), sin embargo también se mezcla con el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de acuerdo al gradiente de humedad y altitud, también convive con *A. flinckii* por lo que son especies simpátricas, lo cual es de gran interés biológico y científico. Con base en la densidad y área basal obtenida por Cuevas-Guzmán et al. (2011) no hay una variación altamente significativa con otras

poblaciones de *Abies* tanto con la FVT como con los bosques más puros de la Sierra Madre Oriental. Si se observan disturbios fuertes, especialmente por el aprovechamiento forestal al que han estado sometidos durante décadas, la evidencia es que más del 55% de los individuos están en el rango de 2 a 14 m de altura y en las categorías diamétricas de 2.5 a 20.5 cm, lo que indica que hay muy pocos individuos en etapa reproductiva, no obstante hay individuos en todos los estratos y algunos pocos sobrepasan los 40 m. El hecho de que las poblaciones de *A. flinckii* de Atenguillo y Cacoma presenten mayor área basal y diversidad arbórea puede deberse a que los aprovechamientos forestales han sido menores (podría estar favoreciendo la protección de esta especie de *Abies* debido a que se encuentra catalogada en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010), mayor humedad y a la complejidad estructural que forman con el BMM. Aunque la baja diversidad parece estar más relacionada con el incremento de la altitud y ya ha sido documentado por varios autores (Vázquez-García 1998; Homeier 2010; Salas-Morales y Meave et al. 2012).

Cabe señalar que estas características similares con las poblaciones del resto de la FVT, se debe a que *Abies religiosa* subsp. *colimensis* ha sido considerado como *A. religiosa* durante años, por lo tanto está sujeto a tala tanto legal como ilegal ya que esta especie no está considerada en ninguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los bosques de oyamel, además del interés científico que despiertan por estar restringidos a diferentes refugios biogeográficos y el efecto potencial que tienen al cambio climático, también destacan por la captación de agua y regulación de la escorrentía, por lo que el deterioro ambiental en este tipo de comunidades puede acarrear pérdida de agua que afecte el balance hidrológico y abastecimiento de zonas urbanas (Guerrero 2012). Cuevas-Guzmán et al. (2011), mencionan que todas las masas de oyamel debieran ser decretadas áreas de conservación y de recarga de mantos acuíferos y su manejo debiera ser única y exclusivamente aquel que garantice la integridad del ecosistema como importante fuente de servicios ambientales y que mantenga su diversidad beta.

Los bosques de oyamel del Nevado de Colima, Jalisco y Colima por su distribución insular que presentan, los factores de perturbación a que han estado sometidos por más de 70 años y el efecto esperado del cambio climático sobre ellos, demandan de un monitoreo continuo que garantice la generación de alternativas para su conservación.

En cuanto a composición florística en el estudio de Cuevas-Guzmán et al. (2011) el número de familias, géneros y especies varió de 9-21, 12-24 y 14-28 por área, registrándose los valores más bajos para el Nevado de Colima y los mayores para Cacoma y Manantlán (Cuadro 4, Cuevas-Guzmán et al. 2011). La mayoría de los géneros registrados en las áreas de estudio son comunes en los oyametales de otras áreas de México, pero por lo que se refiere a las especies, hay varias que sólo se conocen del occidente de México, son disyuntas o presentan su límite de distribución norte o sur en estas áreas de Jalisco, como *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *A. guatemalensis* var. *jaliscana*, *Clethra fragrans*, *Pinus strobiformis*, *Sarcococca konzattii*, *Eupatorium lasioneurum*, *Podocarpus matudae* y *Perymenium alticola*, lo que podría atribuirse a la distribución insular de estos bosques que, aunque tuvieron un antecesor común, lo cual se manifiesta por los géneros que comparten, tienen marcadas diferencias en el nivel específico, posiblemente producto de las diversas fuerzas de selección y especiación a las que los grupos taxonómicos han estado sometidos.

**Cuadro 4.** Especies por área y sus atributos estructurales, incluyendo sus valores de importancia y el número de individuos por estrato de altura, en bosques de *Abies* de Jalisco, México

Nevado					Estratos					Estratos									
Acrónimo	AB	D	F	VI	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI(%)	I	II	III	IV	V
Abirer	28.913	412	46	56.51	63	51	50	24	18	Quelau	14.874	84	24	22.16	20	8	8	3	3
Budcor	0.459	4	2	1.15	0	0	2	0	0	Rumflo	0.021	32	5	3.3	16	0	0	0	0
Cester	0.002	2	1	0.42	1	0	0	0	0	Salpar	0.385	6	3	1.51	0	1	2	0	0
Cordis	0.010	2	1	0.42	0	1	0	0	0	Senang	0.0152	14	5	2.31	7	0	0	0	0
Eupmai	0.005	4	2	0.83	2	0	0	0	0	Senbar	0.002	2	1	0.42	1	0	0	0	0
Lupsti	0.014	14	5	2.31	7	0	0	0	0	Vibhar	0.095	4	2	0.9	0	2	0	0	0
Pindou	0.094	4	2	0.89	0	2	0	0	0	Total	48.521	608	109	100	120	67	64	30	23
Pimpse	3.631	24	10	6.87	3	2	2	3	2										

Manantlán					Estratos					Estratos									
Acrónimo	AB	D	F	VI(%)	I	II	III	IV	V	Acrónimo	AB	D	F	VI(%)	I	II	III	IV	V
Abirem	7.472	58	10	8.98	0	5	14	3	7	Ostvir	0.422	4	2	0.87	0	0	2	0	0
Abirer	6.367	254	25	0.18	20	78	28	0	1	Pimpse	22.229	164	30	26.41	10	12	29	19	12
Alnjoj	2.547	8	4	2.69	0	0	2	0	2	Podemi	0.007	4	1	0.4	2	0	0	0	0
Arbxal	2.050	32	8	4.35	10	6	0	0	0	Quelau	10.589	34	13	10.4	1	1	6	6	3
Budcor	0.400	8	2	1.02	1	1	2	0	0	Quexal	3.106	4	2	2.38	0	0	1	0	1
Cartro	0.021	6	1	0.5	3	0	0	0	0	Rumflo	0.013	18	4	1.69	9	0	0	0	0
Cester	0.042	30	4	2.22	15	0	0	0	0	Salmex	0.002	2	1	0.31	1	0	0	0	0
Cinpac	0.354	2	1	0.51	0	0	1	0	0	Senang	0.076	48	6	3.47	24	0	0	0	0
Clehar	0.002	2	1	0.31	1	0	0	0	0	Senbar	0.022	14	4	1.52	7	0	0	0	0
Cleint	0.227	2	1	0.44	0	0	1	0	0	Solbre	0.007	2	1	0.32	1	0	0	0	0
Clefra	1.100	4	2	1.25	1	0	0	0	1	Styarg	0.001	2	1	0.31	1	0	0	0	0
Cordis	0.251	2	1	0.46	0	0	1	0	0	Symcit	0.417	16	7	2.52	4	2	2	0	0
Eupmai	0.120	30	5	2.49	14	1	0	0	0	Terlin	0.826	22	6	2.78	5	4	2	0	0
Lipumb	0.027	2	1	0.33	1	0	0	0	0	Total	59.116	776	146	100	131	112	91	28	27
Melden	0.418	2	2	0.86	0	2	0	0	0										

Nevado, Nevado de Colima; AB, área basal, expresada en m<sup>2</sup> en 0.5 ha, con excepción de Cuale donde se muestrearon 0.4 ha; D, densidad, expresada como número de individuos en 0.5 ha, con excepción de Cuale; F, frecuencia; VI, valor de importancia. *Estratos*: I, arbustivo, 2-7 m de altura, II, árboles bajos de 8-14 m; III, medianos a altos de 15-25 m; IV, altos de 26-30 m, y V, emergentes > 30 m. El total por área para AB y D corresponden a m<sup>2</sup> y número de individuos llevados a 1 ha. Para el significado de los acrónimos véase el Cuadro 2.

En cuanto a estructura de clases de tamaños en las 5 áreas del estudio Cuevas-Guzmán et al. 2011 se observó “un comportamiento muy similar respecto a la distribución de las categorías diamétricas, con una concentración del 54 a 63% en las categorías de 2.5-20.5 cm, y una disminución muy notoria hacia las categorías diamétricas mayores (Fig. 2, Cuevas-Guzmán et al. 2011). En estructura vertical la concentración de más del 55% de los individuos con alturas entre 2 y 14 m podría deberse a que diversas de las especies registradas corresponden biológicamente a taxones de bajo porte y a que varios individuos de las especies del estrato de árboles altos y emergentes presentaban diferentes estadios de desarrollo, algunos en condición juvenil. Este resultado podría interpretarse como un indicio de que las comunidades estudiadas corresponden a bosques que han estado sujetos a

aprovechamiento forestal o algún otro factor de perturbación así manifiesto por la presencia de tocones, pastoreo, incendios y lo que refleja es que, de seguir el aprovechamiento legal e ilegal en las tasas que se infieren de estas estructuras poblacionales, estas poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* sufrirán un deterioro aún mayor (aumentado por otras amenazas como la del calentamiento global acelerado actual) que puede conducir las a la extinción.

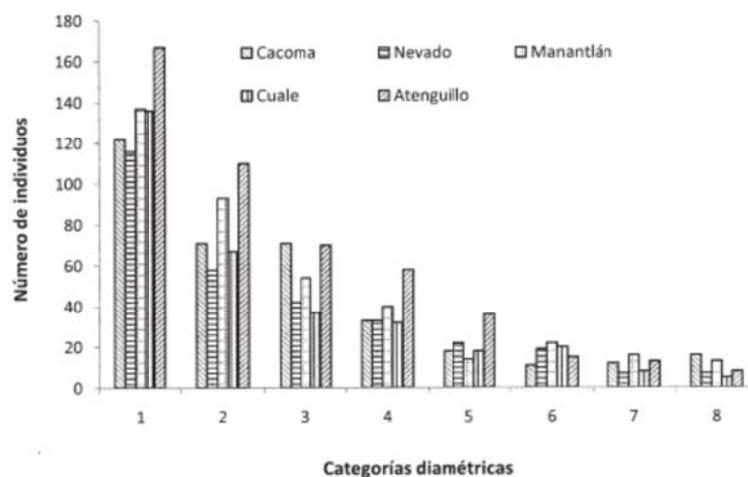


Figura 2. Distribución de las categorías diamétricas en las cinco áreas. 1= 2.5-10.5 cm; 2= 10.6-20.5 cm; 3= 20.6-30.5 cm; 4= 30.6-40.5 cm; 5= 40.6-50.5 cm; 6= 50.6-60.5 cm; 7= 60.6-70.5 cm; 8 > 70.5 cm. Nevado= Nevado de Colima.

En cuanto a riqueza y diversidad en el estudio de Cuevas-Guzmán et al. (2011) se registraron 64 especies en toda la superficie muestreada. “El número de especies por área osciló entre 14 y 28, consignándose la mayor riqueza para Manantlán, Cacoma y Cuale. No se encontraron diferencias significativas ( $\alpha= 0.05$ ) entre áreas y dentro de ellas, para la riqueza de especies, géneros, familias e índice de Simpson, aunque se observa una tendencia a una menor riqueza y diversidad en el Nevado de Colima”. “Aunque no se encontraron diferencias significativas respecto a la riqueza de especies y la diversidad entre áreas y parcelas dentro de las áreas, el Nevado de Colima presentó una tendencia a disminuir el número de especies y su diversidad, lo cual podría estar reflejando un gradiente de altitud, temperatura y humedad, pues es en esta área donde se han registrado las temperaturas mínimas extremas más bajas, mayor radiación potencial, menor humedad disponible y en general la mayor perturbación (Cuevas-Guzmán et al., 2008; Cuadro 1). Se ha registrado que algunos de estos factores son de mucha importancia en la disminución de la riqueza y la diversidad de especies (Rzedowski, 1978; Vázquez-García y Givnish, 1998; Körner, 2002).”

“Las mayores diferencias del área del Nevado de Colima con las otras 4 y mayor similitud con Manantlán es un patrón que ya había sido registrado por Cuevas-Guzmán et al. (2008) a través de una clasificación en la cual un grupo de oyametales de Manantlán se agrupó con el Nevado de Colima y otro con Cacoma y Atenguillo, mientras que el Nevado de Colima quedó muy separado de Cacoma, Atenguillo y Cuale.”

### **Muestreo realizado por los autores de la propuesta y Resultados de estructura del bosque *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el Nevado de Colima**

Para la obtención de resultados propios del estado actual de la población de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en total se muestrearon 20 subparcelas de 100 m<sup>2</sup> cada una, dividiendo de manera imaginaria el Nevado de Colima en 4 parajes y 5 subparcelas para cada uno: “El Milanés” Noroeste, “El Floripondio” Noreste, “Volcán de Colima 1 y 2” Suroeste y Sureste respectivamente para un total de 2000 m<sup>2</sup> (Tabla 2). Las subparcelas se eligieron al azar sobre la brecha de acceso a cada paraje y en cada subparcela se colocó una estaca central y se trazó un círculo de radio 5.64 m para un área de 100 m<sup>2</sup>. En cada círculo se identificó a *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, se contó el número de individuos >15 cm de DAP y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura, así como el número de individuos de regeneración <15 cm de DAP. Además se registraron las coordenadas y la altitud, se registró la presencia de incendios, la tala y pastoreo, se recolectaron muestras de ejemplares botánicos para las identificaciones.

Se encontró un área basal que varió de 5.95 a 25.42 m<sup>2</sup>/hectárea y una densidad de 740 a 1480 individuos/ha (Tabla 3). De los cuatro parajes muestreados, tres presentaron valores de área basal de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* muy bajos (5.95, 11.33 y 13.18 m<sup>2</sup>/ha), solo uno presentó un área basal de valor intermedio (25.42 m<sup>2</sup>/ha). En todas las subparcelas se encontró evidencia incendios, tala y pastoreo aunque de baja intensidad por la abundancia de individuos de regeneración. Se sugiere aumentar el área de muestreo para mejores resultados del estado actual de la población, sin embargo de este muestreo propio confirman la baja área basal de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* comparada con la de otras especies, al igual que lo encontrado por Cuevas-Guzmán et al. (2011).

**Tabla 2.** Coordenadas de ubicación de las 20 subparcelas del muestreo propio de los autores de la propuesta.

UBICACIÓN	COORDENADAS	
	LATITUD N	LONGITUD W
Sitio 1	19°35'13.4"	103°35'50.6"
Sitio 2	19°35'48.7"	103°35'21.8"
Sitio 3	19°35'55.5"	103°34'52.6"
Sitio 4	19°36'08.5"	103°34'44.9"
Sitio 5	19°36'13.5"	103°34'35.3"
FLORIPONDIO		

Sitio 1	19°35'06.1"	103°37'55.9"
Sitio 2	19°34'48.6"	103°38'01.9"
Sitio 3	19°35'07.7"	103°38'10.8"
Sitio 4	19°34'49.9"	103°38'16.9"
Sitio 5	19°35'04.6"	103°38'29.1"
VOLCÁN DE FUEGO 1		
Sitio 1	19°32'29.0"	103°38'01.7"
Sitio 2	19°32'43.2"	103°38'05.0"
Sitio 3	19°32'46.1"	103°38'15.7"
Sitio 4	19°32'53.5"	103°38'19.5"
Sitio 5	19°33'01.2"	103°38'23.5"
VOLCÁN DE FUEGO 1		
Sitio 1	19°31'29.8"	103°35'04.1"
Sitio 2	19°31'45.6"	103°35'39.5"
Sitio 3	19°31'53.9"	103°35'35.9"
Sitio 4	19°31'55.0"	103°35'57.5"
Sitio 5	19°31'33.3"	103°36'13.6"

**Tabla 3.** Resultados del muestreo de estructura de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* del Nevado de Colima propio de los autores de la propuesta.

Descripción: Sobre la brecha que conduce a El Milanés					
N° de sitio	N° árboles /sitio	DM (m)	Altura (m)	AB m <sup>2</sup> / sitio	N° individuos de Regeneración/ha
1	8	0.53	29.5	0.221	700
2	4	0.71	32.5	0.396	2000
3	9	0.50	30.0	0.196	300
4	8	0.43	22.1	0.142	700
5	8	0.64	48.0	0.319	0
<b>RESULTADO</b>					

	N° árboles /ha	AB m <sup>2</sup> /ha	DM (m)	Altura media (m)	
	<b>740</b>	<b>25.47</b>	<b>0.5604</b>	<b>32.42</b>	

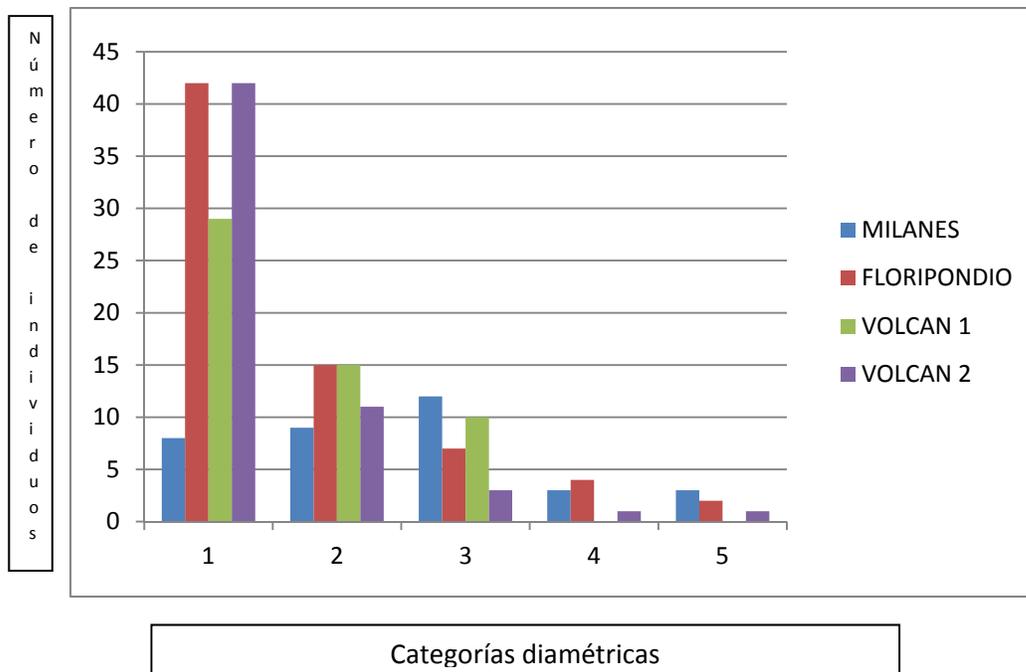
Descripción: Sobre la brecha que conduce al Floripondio					
N° de sitio	N° árboles /sitio	DM (m)	Altura (m)	AB m <sup>2</sup> / sitio	N° individuos de Regeneración/ha
1	14	0.38	24.2	0.113	700
2	14	0.35	25.0	0.096	300
3	23	0.28	21.3	0.061	500
4	12	0.39	30.6	0.118	1200
5	11	0.48	33.8	0.179	400
	<b>RESULTADO</b>				
	N° árboles /ha	AB m <sup>2</sup> /ha	DM (m)	Altura media (m)	
	<b>1480</b>	<b>11.33</b>	<b>0.3744</b>	<b>26.98</b>	

Descripción: Sobre la brecha que conduce al Volcán de Fuego (1)					
N° de sitio	N° árboles /sitio	DM (m)	Altura (m)	AB m <sup>2</sup> / sitio	N° individuos de Regeneración/ha
1	23	0.22	26.5	0.036	700
2	6	0.43	26.1	0.145	0
3	14	0.47	22.0	0.173	0
4	6	0.44	26.1	0.152	700
5	5	0.44	26.6	0.152	300

	<b>RESULTADO</b>				
	<b>N° árboles /ha</b>	<b>AB m<sup>2</sup>/ha</b>	<b>DM (m)</b>	<b>Altura media (m)</b>	
	<b>1080</b>	<b>13.18</b>	<b>0.399</b>	<b>25.46</b>	

Descripción: Sobre la brecha que conduce al Volcán de Fuego (2)					
N° de sitio	N° árboles /sitio	DM (m)	Altura (m)	AB m <sup>2</sup> / sitio	N° individuos de Regeneración/ha
1	11	0.36	27.5	0.102	200
2	5	0.20	10.8	0.031	500
3	5	0.32	23.6	0.080	1100
4	11	0.24	15.3	0.045	800
5	18	0.24	18.3	0.045	900
6	10	0.26	15.8	0.053	800
	<b>RESULTADO</b>				
	<b>N° árboles /ha</b>	<b>AB m<sup>2</sup>/ha</b>	<b>DM (m)</b>	<b>Altura media (m)</b>	
	<b>1000</b>	<b>5.95</b>	<b>0.27</b>	<b>18.55</b>	

De los datos de campo se construyó la distribución de las categorías diamétricas encontrando una distribución de edades similar a la encontrada por Cuevas-Guzmán et. al. (2011), con una concentración del 55.76% en las categorías juveniles de 15 a 30 cm y una disminución muy notoria hacia las categorías diamétricas mayores de arbolado adulto. Fig. 3. Este resultado podría interpretarse también, como lo citado por Cuevas-Guzmán et. al., como un indicio de que las comunidades estudiadas corresponden a bosques que han estado sujetos a aprovechamiento forestal o algún otro factor de perturbación así manifiesto por la presencia de tocones, pastoreo, incendios y lo que reflejan es capacidad de repoblación por medio de la reincorporación de juveniles.”



1. 15 a 30 cm; 2. 35 a 55 cm; 3. 60 a 75 cm; 4. 80 a 95cm; 5. > 100 cm.

**Figura 7.** Distribución de categorías diamétricas en los cuatro sitios del muestreo de estructura de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* del Nevado de Colima propio de los autores de la propuesta.

## Conclusión

Los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* de las veinte sub-parcelas estudiadas en el Nevado de Colima presentaron en general un área basal muy baja, menor que los sitios de estudio de Cuevas-Guzmán et al. (2011). Esta área basal baja es producto de los aprovechamientos de tala clandestina que se siguen dando en el Nevado de Colima. En los veinte sitios las comunidades mostraron una concentración muy baja de individuos adultos en categorías diamétricas y alturas grandes; este patrón permite deducir que ha habido un proceso de tala selectiva clandestina y que la condición estructural del dosel estos bosques está deteriorada.

### b) Relevancia taxonómica, ecológica, cultural y económica de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis*

#### b.1 Relevancia taxonómica de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis*

Rushforth y Narave describieron al conjunto de poblaciones de oyamel de las partes altas del Nevado de Colima como una especie nueva, *Abies colimensis* Rushforth & Narave. Posteriormente fue renombrada primero como variedad (*Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham. var. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba) (Silba 2000), y después como

subespecie (*Abies religiosa* (Kunth) Schtdl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba) (Silba 2008), en el Journal of the International Conifer Preservation Society. Sin embargo éstas combinaciones nuevas de Silba se basaron solamente en características morfológicas, posteriormente fue publicado un estudio con marcadores genéticos mitocondriales y de cloroplasto en el que se confirma que las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* tienen un acervo genético único que las diferencian claramente de las demás poblaciones de *Abies religiosa*, de *Abies guatemalensis*, de *Abies hickelii* y de *Abies flinckii*, ya que poseen un mitotipo único, el haplotipo de ADN mitocondrial VII (Jaramillo-Correa et al. 2008, Figura 11), por lo que en nuestro equipo de investigación consideramos que *Abies religiosa* subsp. *colimensis* tiene un grado suficiente de diferenciación morfológica, genética y biogeográfica como para seguir siendo considerado y revalidado como un taxón diferente a las otras poblaciones de *Abies religiosa* de México, éstas diferencias se exponen a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Características morfológicas, genéticas y geográficas distintivas entre *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y las otras dos subespecies de *Abies religiosa*. Basada en varias fuentes: Rushforth 1989, Narave y Taylor 1998, Silba 2000, 2008, Jaramillo-Correa et al. 2008 y observaciones y mediciones propias de los autores para esta propuesta a partir de los especímenes de colectas (Índice exsiccatae del Anexo I) (Figuras 8, 9 y 10).

	<i>Abies religiosa</i> subsp. <i>colimensis</i>	<i>Abies religiosa</i> subsp. <i>glaucescens</i>	<i>Abies religiosa</i> subsp. <i>perotensis</i>
Forma del árbol	Cónica	Angostamente cónica	Cónica
Ramillas	Verde olivo en el primer año, café oscuro o rojizo a partir del segundo año, glabras o con tricomas finos esparcidos	Rojizas pardas a rojo-púrpura, relativamente más pubescentes	Rojizas pardas, glabras, algunas veces glandular pubescentes a puberulentas
Yemas vegetativas	Globosas a cónicas, muy resinosas, 2-3 x 3-4 mm	Datos no disponibles	Ovoides, relativamente largas, de 4-10 mm
Hojas	Glaucas a verde-azulosas; 12-35 x 1.5 mm; estomas en una banda amplia pálida en el haz y dos bandas blanco-azulosas en el envés	Glaucas; cortas, 15-25 mm de largo x 1-2 mm; sólo unos pocos estomas en el haz.	Verde oscuras; 11-30 x 1-2 mm; sólo unos pocos estomas en el haz
Estróbilos: forma	Ovado-oblongos o en forma de barril	Oblongos o cilíndricos	Oblongos o cilíndricos

Estróbilos: tamaño	11–17.9 × 6.5–8 cm	9–11.5 × 4.5–5 cm	10–16 x 4-7 cm
Estróbilos: color	Verde cuando inmaduros, verde-amarillento, verde pálido, café o azul-violeta oscuro cuando maduros	Púrpura a café con tonos violetas cuando inmaduros, azul a púrpura cuando maduros	Púrpura cuando inmaduros, púrpura-negros a pardo rojizos cuando maduros
Brácteas	Exertas (10-11 mm más largas que las escamas) y reflejas, cubren aprox. 65% de la superficie del cono; anchas (7-11 mm); ápice corto redondeado a obtuso	Exertas (8-10 mm más largas que las escamas) y reflejas, cubren menos de un tercio de la superficie del cono; angostas (6-8.5 mm); ápice truncado con una cúspide corta y abrupta	Ligeramente exertas (5-8 mm más largas que las escamas) y erectas (no reflejas), cubren menos de un tercio de la superficie del cono; angostas (5-7 mm); ápice agudo
Haplotipos genéticos mitocondriales (mitotipos) (Jaramillo-Correa et al. 2008)	Mitotipo VII	Mitotipos I, V, VI, VIII, IX	Mitotipo I
Distribución geográfica	Nevado de Colima y Sierra de Manantlán (Jalisco)	Centro y Sur de México (Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Morelos, Guerrero)	Volcán Cofre de Perote, centro de Veracruz y oriente de Puebla



**Figura 8.** Conos femeninos maduros y ramillas de la parte superior de la copa de los de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* colectados en el Nevado de Colima, km 15.6-15.8 sobre la brecha del Milanés, 3275 msnm, 12 Nov 2013, J. Villa Castillo et al. 7 y 8 (IBUG).



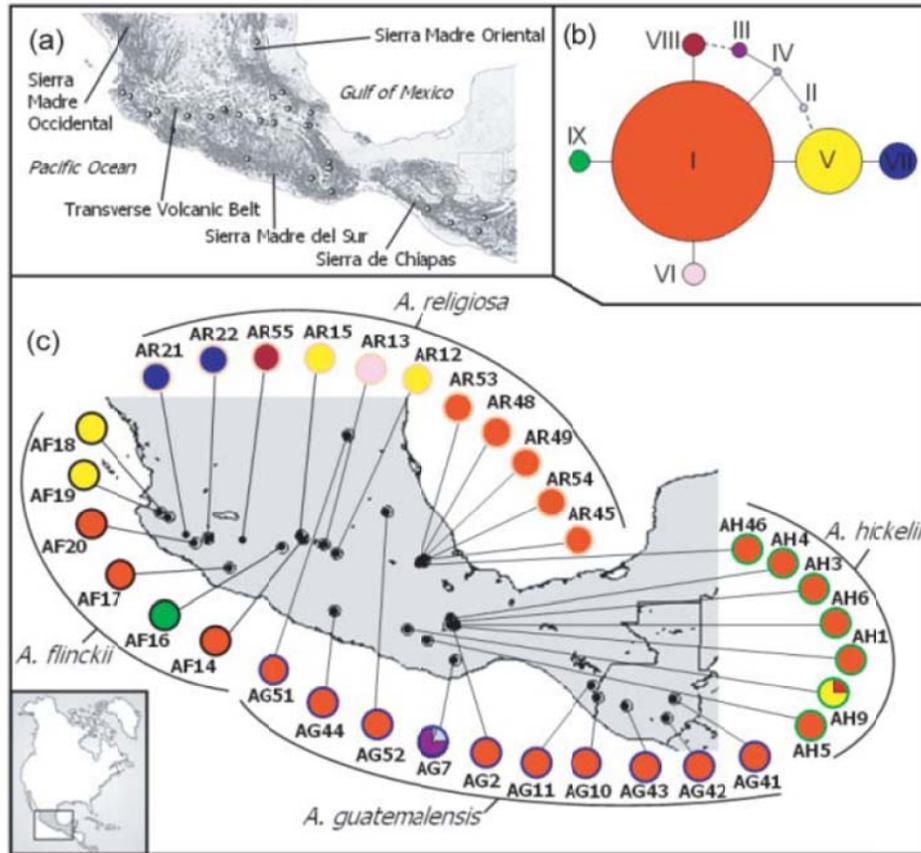
**Figura 9.** Conos femeninos maduros y ramillas de la parte superior de la copa de los árboles de *Abies religiosa* colectados en la reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, de un árbol sano de 25 m de altura, y 40 cm de diámetro en N19°40'49.9" W100° 16' 52.7", a 3259 msnm, el 9/dic/2013. J. Villa Castillo et al. s/n (IBUG).



**Figura 10.** Comparación a la misma escala de conos femeninos maduros de (a) *Abies religiosa* subsp. *colimensis* del Nevado de Colima, Jalisco, *J. Villa Castillo et al. 24* (IBUG) y (b) *Abies religiosa* de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, Michoacán, *J. Villa Castillo et al. s/n*.

Las principales características distintivas que hacen a la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* relevante taxonómicamente y que la distinguen de las otras especies del género *Abies*, en particular de *Abies religiosa*, en resumen son:

1. Conos femeninos de color verde cuando inmaduros (vs. púrpura), con forma de barril u ovado-oblonga (vs oblonga-cilíndrica), más grandes (11-17.9 x vs 9-16 mm de largo) (Figuras 8, 9 y 10).
2. Brácteas de los conos femeninos más anchas (7-11 vs. 5-8.5 mm), cubren hasta el 65% de la superficie del cono (vs. un tercio de la superficie), reflejas (vs. erectas en *A. religiosa* subsp. *perotensis*) (Figuras 8, 9 y 10).
3. Haplotipos de ADN mitocondrial (mitotipos) únicos (mitotipo VII vs. mitotipos I, V, VI, VIII, IX) (Figura 11).
4. Distribución geográfica aislada de las otras poblaciones de *Abies religiosa* (Nevado de Colima y Sierra de Manantlán, Jalisco vs. centro y sur de México, Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Morelos, Guerrero) (Figuras 3, 4 y 5).



**Figura 11.** Localización de la principales cadenas montañosas del sur de México y Guatemala (a), relaciones evolutivas entre los haplotipos de ADN mitocondrial (mitotipos) encontrados en cuatro especies de *Abies* de ésta región (b), y la distribución de éstos mitotipos en las diferentes poblaciones de éstas especies. AR21 y AR22 son las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Figura tomada de Jaramillo-Correa et al. 2008, pág. 2482.

**b.2 Relevancia ecológica de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*:** Al igual que cualquier otra especie de abeto su importancia es primordialmente es a nivel de comunidad y ecosistemas. Los bosques de oyamel son ecosistemas templados-fríos húmedos importantes para la captación de humedad y la recarga de agua en los mantos freáticos, recurso indispensable para la vida. Por lo tanto son: a) indispensables como sistemas que proveen agua y vida a las comunidades asociadas incluida la población humana; b) Estos ecosistemas de abetos funcionan además como hábitat (reservorio, refugio, sostén, alimento) de un gran número de especies asociadas de plantas y animales, muchas de ellas en peligro de extinción, totalmente dependientes de las condiciones “saludables” de éstos ecosistemas. De la biodiversidad asociada a los bosques de oyamel en donde se localiza la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y que se encuentran bajo categorías de riesgo en conservación en la Tabla 5 se citan las siguientes:

**Tabla 5.** Lista de especies en riesgo que habitan y dependen del bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* registrados en el proyecto de monitoreo (2000-2013) de fauna silvestre del Nevado de Colima de la M. Sc. Sonia Navarro Pérez, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

Nombre científico AVES	Nombre común		Estatus NOM059 ó UICN
<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	R	E
<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negro amarillo	I	-
<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza-amarilla	I	-
<i>Empidonax sp.</i>	Mosquero barranqueño	R	S
<i>Junco phaenotus</i>	Junco ojo de lumbre	R	C
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo Tigrillo	R	S
<i>Regulus caléndula</i>	Reyezuelo de rojo	I	-
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	I	S
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	I	-
<i>Oreothlypis celata</i>	Chipe Corona Naranja	I	-
<b>MAMÍFEROS</b>			
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña	E	Rara
<i>Megasorex gigas</i>	Musaraña	E	Amenazada
<i>Sorex emarginatus</i>	Musaraña	E	Rara
<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña		Rara
<i>Sorex oreopus</i>	Musaraña	E	Rara
<i>Leptonicteris nivalis</i>	Murcielago nevado		Amenazada
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murcielago		Amenazada
<i>Herpailurus yagouarundi</i>	Leoncillo		Amenazada
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote		Vulnerable
<i>Leopardus weidii</i>	tigrillo		Peligro
<i>Lynx rufus</i>	Lince gato montés		Pr Especial
<i>Puma concolor</i>	Puma		Pr Especial
<b>R= Residente      I= Migratoria de invierno      E= Endémico</b> <b>A= Amenazada      S= Semiendémico</b>			

<b>C=Cuasiendémico</b>	<b>Pr=En Protección especial</b>
------------------------	----------------------------------

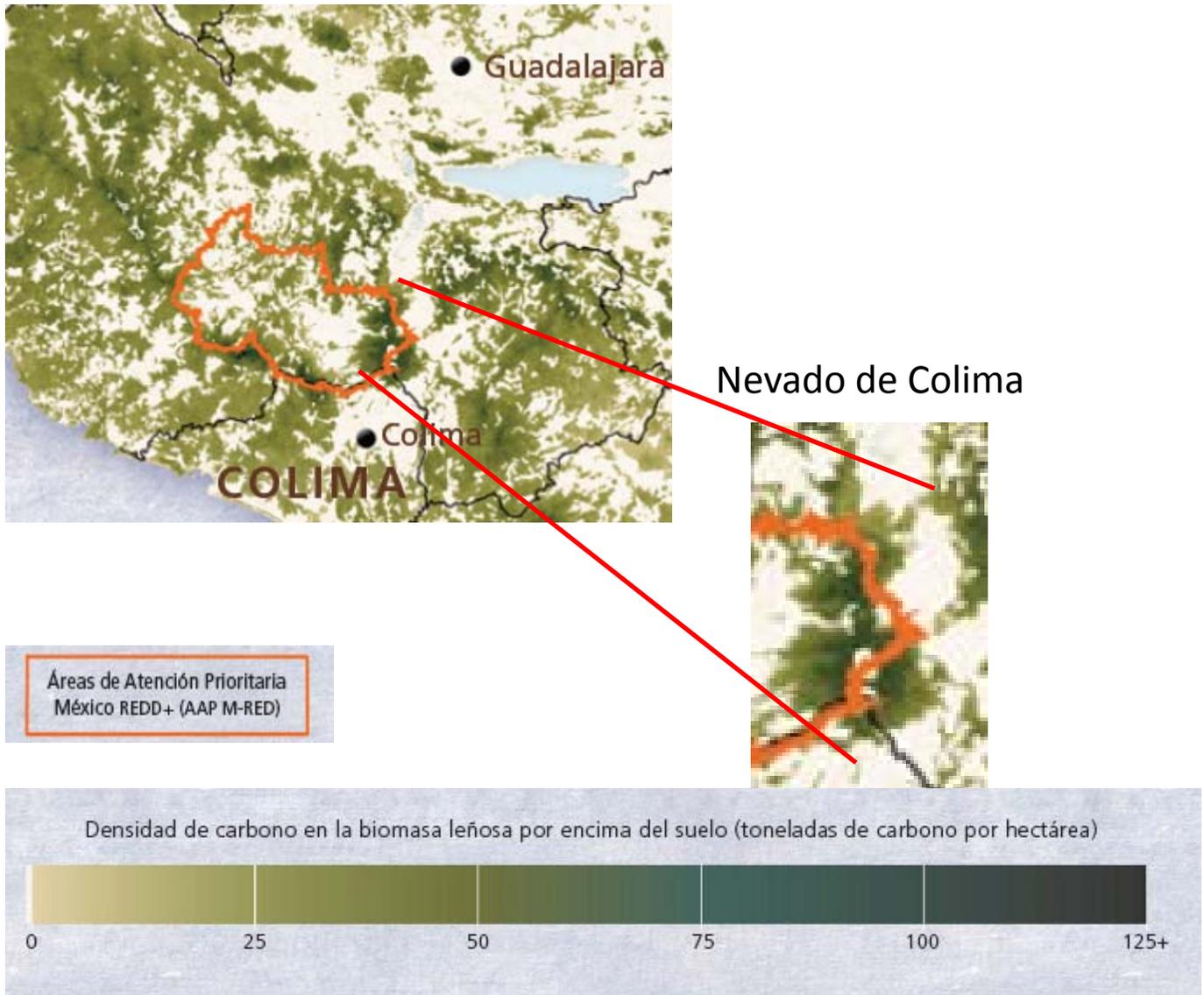
- c) La asociación de la biodiversidad de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en general conforma un sistema equilibrado y productivo en términos de su riqueza específica; las asociaciones simbióticas con hongos micorrízicos, líquenes y la fauna asociada al suelo dan como resultado uno de los ecosistemas más estables y funcionales del sistema natural.
- d) Distinguir taxonómicamente a las subespecies de una especie no se refiere al interés único de incrementar el número de taxones, sino que se refiere a la necesidad de separar las funciones propias de la evolución de cada subespecie y con ello mantener y favorecer los procesos de especiación-relación sistema y función ecológica.

### **b. 3 Relevancia económica de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis***

**Captura de carbono:** Conforme a La Alianza México REDD+<sup>1</sup> a través de su publicación del “**Mapa de la densidad de carbono en biomasa leñosa aérea de los bosques y selvas en México**” que muestra la distribución de la densidad de carbono en la biomasa leñosa por encima del suelo en los bosques y selvas de México, los bosques de *Abies* del Nevado de Colima sostienen densidades de carbono de hasta 100 toneladas por hectárea (Figura 12).

---

<sup>1</sup> <http://www.alianza-mredd.org/mapa-de-la-densidad-de-carbono-en-biomasa-lenosa-aerea-de-los-bosques-y-selvas-en-mexico/>



**Figura 12.** Mapa de la densidad de carbono en biomasa leñosa aérea de los bosques y selvas en México, Nevado de Colima.

En el estudio de Torres-Rojo (2002), describe el potencial de México para la producción de servicios ambientales en el mercado de carbono capturado en bosques y selvas que se define en dólares por tonelada de carbono capturado. “El valor económico de cada tonelada de carbono depende de los costos marginales del cambio climático, mismos que son muy difíciles de estimar dado que esto requiere una enorme cantidad de proyecciones y supuestos. Nordhaus (1992) sugiere un costo marginal de US\$5 /t de C, mientras que Frankhauser (1995) estima este costo en US\$20/t de C debido a los riesgos derivados del cambio climático, tasas de descuento y otros. Empresas consultoras sobre el tema normalmente usan un estándar de US\$10 /t de C.”

Con los anteriores antecedentes se puede calcular un estimado del valor de captura de carbono de los bosques del Complejo Volcánico de Colima con una superficie de 84, 340

hectáreas<sup>2</sup> a densidades de 100 toneladas por hectárea a un estándar de US\$10/t de C.2 = \$84, 340,000 millones de dólares.

Ahora bien, a una tasa de pérdida de bosques del 7.8% por cada 7 años del *Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación (IRDef)* (INECC 2013)<sup>3</sup> se deforestaron en el Nevado de Colima del año 2000 a 2007 una superficie forestal de 6,578 hectáreas con una pérdida en su valor de captura de carbono de \$6, 578,000 dólares.

**Captura de agua:** En cuanto al valor de la captura de agua o desempeño hidráulico como el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua, como lo refiere el trabajo citado por Torres Rojo, para las regiones boscosas de Jalisco se estima una captura de agua de 0.255 volumen/ha (miles de M<sup>3</sup>). Cuadro 10, entonces con una superficie forestal del Nevado de Colima de 84,340 hectáreas la infiltración de sus bosques se calcula en 21, 506,700 m<sup>3</sup> de agua.

CUADRO 10. ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE AGUA EN REGIONES FORESTALES

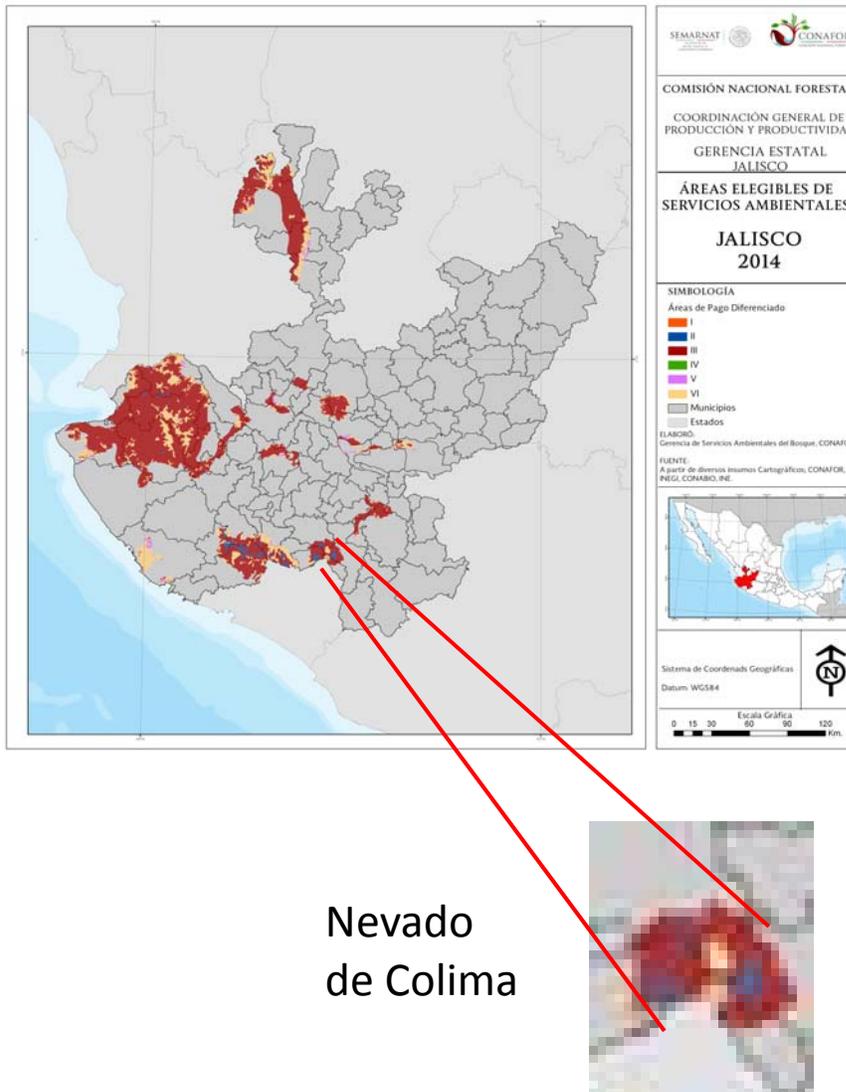
ENTIDAD	TOTAL/ENTIDAD (MILLONES DE M <sup>3</sup> )			VOLUMEN/HA (MILES DE M <sup>3</sup> )		
	BOSQUES	SILVAS	TOTAL	BOSQUES	SILVAS	MEDIA PONDERADA
Jalisco	494.236	1213.415	1707.651	0.255	1.115	0.564

En cuanto a su valor comercial conforme a las zonas de disponibilidad de agua de Jalisco<sup>4</sup> el área de uso de agua de los bosques del Nevado de Colima zona 6 tiene un costo de \$7.1623 pesos/m<sup>3</sup> entonces el valor de fábrica de agua oscila en los \$154, 037,437 millones de pesos. Por su parte la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en su reciente publicación del Programa Nacional Forestal 2014, en cumplimiento de su objeto, reconoce la importancia de los bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas forestales, tanto para sus dueños y poseedores, como para la sociedad en general, tales como los de provisión relacionados con los productos obtenidos de los ecosistemas; los de regulación relacionados con los procesos ecosistémicos que regulan las condiciones en que los seres humanos viven y se desarrollan; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles, pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural; y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos e incluye en su programa presupuestario el “Pago por Servicios Ambientales”, el cual considera el otorgamiento de apoyos sujetos a reglas de operación donde destaca sus áreas elegibles y conceptos de apoyos de pago por servicios hidrológicos por \$1,100 pesos/hectárea/año y conservación de la biodiversidad por \$550 pesos/hectárea/año para los bosques del Nevado de Colima.

<sup>2</sup> Programa de Conservación y Manejo. Parque Nacional Nevado de Colima. CONANP. 2009.

<sup>3</sup> <http://www.inecc.gob.mx/irdef>

<sup>4</sup> [http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/documentos/agosto2011/Disponibilidad\\_de\\_agua.pdf](http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/documentos/agosto2011/Disponibilidad_de_agua.pdf)



**Figura 13.** Áreas elegibles de servicios ambientales para Jalisco, CONAFOR, 2014.

#### **b.4 Relevancia cultural de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis***

Dentro del Complejo Volcánico de Colima se encuentran macizos montañosos donde este tipo de formación paisajística presenta un interés particular como es el majestuoso Nevado de Colima y el impresionante Volcán de fuego de Colima. En su interior alberga innumerables paisajes de belleza excepcional, así bajo la pluma el prócer del árbol en México Miguel Ángel de Quevedo y la firma del presidente General Lázaro Cárdenas del Rio en 1936 se decreta el Parque Nacional Nevado de Colima; que cita su decreto como un poema: “*que por su portentosa silueta y típicos perfiles coronados de nieve y de penachos de humo, forma en el panorama nacional un relieve majestuoso que señala esa montaña como monumento de belleza excepcional y grandiosidad con sus vertientes cubiertas de pinares y encinos en un contraste prodigioso con el territorio semi-tropical que se extiende en las partes bajas y una fauna de animales silvestres de gran valor, que imprimen a esa montaña singular, un carácter de verdadero museo vivo de la fauna y flora comarcanas,*

*reuniendo por todo ello las características de los Parques Nacionales que por acuerdo de las naciones civilizadas se ha convenido en señalar y proteger como una medida de utilidad general”*

Con la consolidación en el manejo de este parque nacional por el gran valor paisajístico de estos ecosistemas han atraído durante décadas la atención de naturalistas, científicos, de exploradores y miles de visitantes producto de su gran belleza, hábitat y especies como los majestuosos y únicos *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Lo que representa cada año como en el reciente invierno de los años 2013 a 2014 que han acudido al parque nacional 50,000 visitantes a disfrutar del paisaje y espectáculo natural de sus cumbres nevadas con una derrama económica a favor de la conservación del área natural protegida de \$1, 350,000<sup>5</sup> de pesos por concepto de cobro de derechos de la Ley Federal de Derechos por goce y disfrute de la naturaleza.

Para el Parque Nacional Nevado de Colima y por su belleza que impresiona Los *Abies religiosa* subsp. *colimensis* han servido de inspiración para la formación cultural de la sociedad por la conservación de la naturaleza, a partir del año de 2004 se fundó la primera “Red de árboles majestuosos patrimonio del bosque para la humanidad” en México, a diez años de su fundación existen 10 árboles declarados donde 5 de ellos son *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, cada año en el segundo sábado de julio se dan cita más de 200 personas, entre niños y niñas para abrazas al árbol festejado, cantarle las mañanitas y disfrutar de un rico pastel. Es por ello que hoy los *Abies religiosa* subsp. *colimensis* son un referente nacional de cultura por la conservación de la naturaleza de los bosques de Jalisco y México.



**Figura 14.** Día del árbol 2013, Abrazos al majestuoso *Abies religiosa* subsp. *colimensis*

---

<sup>5</sup>Dirección Ejecutiva Parque Nacional Nevado de Colima

En conclusión por el valor económico de servicios ambientales, paisaje y cultura los bosques del Nevado de Colima superan el valor del comercio de su corta y venta de madera, aspectos fundamentales para que las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se conserven y se incluyan en la NOM-059.

**c) Factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, así como la evaluación de la importancia relativa de cada uno.**

Tal como lo describe Rushforth *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se restringe a áreas muy pequeñas del Nevado de Colima y cerca de él, como a la Sierra de Manantlán. Por lo tanto, las actividades aparentemente rutinarias y locales pueden representar un grave riesgo para la especie. La explotación forestal es uno de los riesgos localizados. Aunque el parque nacional fue creado en 1936, los límites se redujeron en tamaño en 1940 para favorecer la explotación maderera de la compañía industrial de Atenquique junto con la totalidad de los bosques del Complejo Volcánico de Colima se destinaron como fuente de madera por más de 50 años, de 1940 a la década de 1990 y a partir de ese año hasta la actualidad proliferaron sin control aserraderos en la zona Sur de Jalisco lo que en realidad no cambió el destino de estos bosques para abastecer al comercio cada vez más demandante de madera. Gran parte de los árboles de gran tamaño accesibles fueron cortados y los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y pinos sobreviven en la actualidad principalmente en las barrancas y otras áreas de difícil acceso para la tala. La restauración de los bosques originales nunca se ejecutó y con la presión de pastoreo de ganado, incendios y cultivos de aguacate, poca o nula regeneración natural se produjo durante los últimos 60 años que garantizara el remplazo de las áreas deforestadas. Solo a principios de la primer década de este milenio 2000 el parque nacional se ha logrado proteger en lugar de explotar sus bosques, sin embargo, en la actualidad la tendencia de la presión maderera sigue siendo una amenaza para *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y demás coníferas fuera de los límites del parque nacional. *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se encuentra tan bajo como 2,900 metros de altitud en las faldas del Nevado de Colima y el Volcán de Fuego. Algunos de los *Abies* en las faldas por debajo del Parque Nacional están protegidos, por lo menos en el papel, en el Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima, un parque estatal creado en 2009. Sin embargo, en 2012 un permiso de la Semarnat (SAGPARN.014.02.01.333/12) permitió al ejido Huescalapa, que incluye sus bosques ejidales dominados por *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en éste último parque estatal, la tala de hasta 2,478 metros cúbicos de *Abies religiosa* que en realidad es *Abies religiosa* subsp. *colimensis* para ser cosechado en 156.68 hectáreas en un reducido período de 10 años. El efecto de este permiso es que los árboles de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* más maduros, reproductivos y con mejor genética (más grandes, más altos, más rectos) serán elegidos para su tala y desaparición y con ellos la pérdida parcial de este importante reserva genética de árboles únicos en México y el mundo, toda vez que es imposible que en 10 años los posibles juveniles puedan llegar al estrato arbóreo como adultos por tratarse de una especie de difícil regeneración, con madurez y edad adulta comprendida en un mínimo de 70 años si las condiciones locales se lo permiten, que por las tendencias actuales de cambio climático se convierte en una especie y su hábitat de imposible regeneración.

Durante las décadas en que los bosques del Nevado de Colima fueron talados por la compañía industrial de Atenquique al ganadero se le permitió pastar en el parque y fuera

de él con un impacto directo de impedir la regeneración natural de los bosques talados. Es solo a principios del año de 2008 que el pastoreo ha sido prohibido en el parque y el parque ha trabajado activamente para evitar el pastoreo. Por desgracia, el pastoreo ilegal continúa fuera del parque nacional y por lo tanto es fácil para los propietarios de tierras adyacentes continuar con el pisoteo y destrucción de la regeneración de sus bosques.

El fuego tiene el potencial de afectar adversamente *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Los incendios se inician regularmente fuera del parque para quemar las zonas agrícolas y algunos de estos incendios han escapado y se queman extensas áreas de bosque que incluye el parque nacional, por ejemplo, el incendio de abril de 2013 quemó 3,000 hectáreas de bosques de coníferas del Nevado de Colima entre ellas *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Debido a la limitada distribución de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, el fuego tiene un alto potencial de devastar esta especie.

Un efecto indirecto de la explotación forestal, incendios y el pastoreo es la erosión. Las laderas del Nevado de Colima son escarpadas y los suelos son delgados y susceptibles a la erosión. Después de que la vegetación es eliminada por la tala, el pastoreo o un incendio sus suelos son especialmente propensos a la erosión durante la temporada de lluvia debido a la eliminación completa de su cubierta forestal. La erosión puede dañar aún más los bosques de laderas muy inclinadas, que son los últimos refugios de las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Sólo hasta los últimos 10 años el parque nacional ha tomado amplias medidas para reducir la erosión causada por la eliminación de los árboles de la tala y el fuego. Presas pequeñas se han construido en los arroyos y terrazas con madera y bolsas de arena han sido construidos para reducir la erosión. Estos han ayudado a reducir el daño continuo en los bosques, sin embargo, el fuego que ocurre de nuevo y la tala y el pastoreo ilegal en especial fuera del parque nacional continúan dañando la cubierta vegetal de estos suelos frágiles. Por lo tanto la erosión es un problema secundario en curso para la protección de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

Finalmente los efectos locales de la tala, el pastoreo ilegal, incendios y la erosión se verán exacerbadas por el cambio climático. Los expertos (por ejemplo, Gómez et al 2008) predicen que un hábitat adecuado para *Abies* podría reducirse hasta en un 68,6% en 2050. Normalmente los bosques protegidos se recuperarían y regenerarían después de disturbios locales, sin embargo con el cambio climático la recuperación natural puede no ocurrir tan fácilmente o incluso no ocurrir. El clima exclusivo que sostiene a *Abies* ya no será el adecuado para la especie. Por lo tanto, se vuelve aún más importante que el *Abies religiosa* subsp. *colimensis* esté protegido por la Leyes ambientales ya existentes y la refuerce la NOM-059.

**d) Análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, de no cambiarse el estado actual de los factores que provocan el riesgo de su desaparición en México, a corto y mediano plazos.**

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático a través de la investigación ambiental aplicada a la toma de decisiones públicas desarrolló el Índice de Riesgo de

Deforestación<sup>6</sup>. Uno de sus objetivos es identificar y cuantificar la influencia de variables económicas sobre el cambio voluntario a los usos del suelo, de bosques y selvas hacia usos agropecuarios o urbanos, es decir, la deforestación realizada por razones económicas. Lo que resultó es un vector de características que pueden ser resumidas en un índice, geográficamente explícito, al que se le denomina *Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación* (IRDef)(INECC 2013).

La base del índice IRDef, es un modelo económico de cambio de uso de suelo donde es, la rentabilidad económica de cultivar, o pasar a usos urbanos, lo que hace que los propietarios de manera voluntaria deforesten o permitan la deforestación. El modelo tiene un alto poder predictivo: son efectivamente aquellos bosques identificados como de muy alto riesgo de deforestación por el modelo que usa los datos de los 1990s aquellos que tuvieron las tasas más altas de deforestación en la primera década de los 2000s. Las estimaciones del modelo identifican econométricamente los principales factores económicos, sociales y geográficos que influyen en la deforestación en el contexto mexicano. Entre ellos, están el tipo de bosque, el nivel de degradación previa, la altitud y pendiente del terreno en el pixel, la accesibilidad a localidades y centros urbanos los mercados que impulsan el cambio de uso de suelo.

A través de esta herramienta, el IRDef para los bosques de coníferas del Nevado de Colima se deforestó 6,578 hectáreas a una tasa promedio de 7.8% (muy alto) y 3.4% (alto) del año 2000 al 2007 con una deforestación principalmente para cultivos de aguacate y ganadería extensiva, que rebasa a la superficie total de 6,554 hectáreas de superficie protegida del parque nacional Nevado de Colima, tendencias de deforestación que por su alto nivel predictivo del IRDeF se mantendrán sobre la presencia de los bosques presentes y futuros.

En contraste, los manchones de bosques que prevalecen se sostienen a través del modelo de áreas naturales protegidas como el Parque Nacional Nevado de Colima, Parque Estatal Bosque Mésófilo Nevado de Colima y otras disposiciones legales quedando expuestos a su deforestación los hábitat más representativos de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* mientras que los tratamientos silvícolas imperantes desde hace 70 años no resultaron en la regeneración de nuevos bosques maduros susceptibles a ser talados, lo anterior descrito en el estudio titulado “*Decrecimiento del pueblo corporativo Atenquique y su declinación económica y ambiental*”<sup>7</sup>, Vargas-Hernández cita:

*“En 1972, otro decreto amplió los usos de la explotación de madera por la Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique de celulosa, papel cartón y papel a madera, triplay, cartón de madera y otros productos. Una planta manufacturera de triplay se instaló a pesar de que los oyameles (Abies religiosa subsp. colimensis), una variedad de árbol, eran escasos después de una explotación severa”.*

---

<sup>6</sup> <http://www.inecc.gob.mx/irdef>

<sup>7</sup> José G. Vargas Hernández, M.B.A.; Ph.D. Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas Universidad de Guadalajara <http://www.pontourbe.net/edicao8-cirkula/188-decrecimiento-del-pueblo-corporativo-atenuquique-y-su-declibacion-economica-y-ambiental>

*“Desde la segunda mitad del siglo pasado, la degradación ambiental en la región ha sido significativa y ha alcanzado dimensiones alarmantes cuando sobrepasó la capacidad natural de la regeneración natural de las comunidades forestales. El problema más serio de la región Sur de Jalisco ha sido la deforestación irracional que inició con el inicio de las operaciones de Compañía Industrial de Atenquique SA y luego Grupo Industrial Durango SA. El Gobierno Federal también modificó los límites del área protegida se redujo desde los 2,300 metros sobre el nivel del mar a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, estos límites nunca fueron bien definidos y se han confundido”.*

*“Por lo tanto, la Compañía tomó ventaja del Parque nacional y devastó los recursos forestales, tuvo la capacidad de transformar alrededor de 200 mil metros cúbicos de Madera por año, lo cual representó una cantidad enorme de árboles cortados.”*

*“Varios sistemas de administración forestal se han implementado de acuerdo a las necesidades, tales como el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), Plan Costa de Jalisco, Plan de Manejo Integral para la Región de Atenquique (PMIFRA), Sistema de Conservación y de Desarrollo Silvícola (SICODESI), Sistema de Manejo Integral (SIMANIN). Sin embargo, los resultados de implementar estos planes no son positivos principalmente debido a que la corrupción es el factor principal”*

La continuidad del acceso fácil sin restricciones a los escasos bosques de *Abies religiosa subsp. colimensis* queda de manifiesto de nueva cuenta en el reciente caso de permiso de autorización de tala que la sociedad civil organizada impidió su ejecución a través del *Dictamen jurídico ambiental del caso nevado de Colima-Ejido Huescalapa para el aprovechamiento maderable*<sup>8</sup> del reciente año de 2012.

## **DICTÁMEN JURÍDICO AMBIENTAL DEL CASO NEVADO DE COLIMA-EJIDO HUESCALAPA PARA EL APROVECHAMIENTO MADERABLE.**

El referido dictamen cita en uno de sus párrafos:

---

<sup>8</sup> Dictamen Jurídico Ambiental del Caso nevado de Colima-Ejido Huescalapa para el Aprovechamiento maderable. Instituto de Derecho Ambiental. Guadalajara, Jalisco. 2013

El mismo ejido y tras preceder un proceso de aprovechamiento maderable, solicitó en 2011 una autorización para continuar aprovechando los recursos forestales y mediante Oficio: SGPARN.014.02.01.333/12, le es extendida una nueva autorización para la explotación de 156.68 hectáreas que representan un volumen de 5,429 (cinco mil cuatrocientos veintinueve) m<sup>3</sup> de madera de los cuales se permite la explotación de las siguientes especies maderables *Abies religiosa* u oyamel (2478 m<sup>3</sup>), *Buddleia parviflora* (13 m<sup>3</sup>), *Clethra rosei* (21 m<sup>3</sup>), *Clethra lanata* (4 m<sup>3</sup>), *Pinus douglasiana* (693 m<sup>3</sup>), *Pinus pseudostrobus* (1136 m<sup>3</sup>), *Quercus candicans* (196 m<sup>3</sup>), *Quercus castanea* (683 m<sup>3</sup>), *Quercus conspersa* (101 m<sup>3</sup>), *Quercus magnoliafolia* (35 m<sup>3</sup>), *Quercus obtusata* (69 m<sup>3</sup>), *Arbutus xalapensis* (1 m<sup>3</sup>) en 10 anualidades a partir del 8 de agosto de 2012 hasta 31 de julio de 2022.

De este antecedente se desprende importantes conclusiones donde se observa el No. de oficio de autorización por 5,429 m<sup>3</sup> de madera sobre una reducida superficie de 153.6 hectáreas de las cuales se trató de permitir la tala de 2,478 m<sup>3</sup> de *Abies religiosa* que en realidad corresponde a *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, esto representa el 45.64% del total autorizado con una intensidad de corta de 35.49 m<sup>3</sup> por hectáreas repartidas en 10 anualidades.

Por otra parte en el estudio titulado “*Generación de Escenarios de Cambio Climático a Escala Regional, al 2030 y 2050; Evaluación de la Vulnerabilidad y Opciones de Adaptación...del Sector Forestal, Ante los Impactos de la Variabilidad y el Cambio Climático*” elaborado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y la Universidad Autónoma de Chapingo<sup>9</sup>, cuyo objetivo consiste en estimar la distribución potencial actual de algunas especies representativas de los ecosistemas del país y sus posibles escenarios sobre condiciones de cambio climático elaboraron entre otros modelos la “Matriz de Adaptabilidad de Especies Forestales” para el caso de los *Abies religiosa* se contempla el escenario de predicción de reducción en el hábitat adecuado para *Abies* que podría reducirse hasta en un 68,6% en 2050.

Sáenz *et al.* (2012)<sup>10</sup> predicen una reducción aún más alarmante. Su predicción es que el área ocupada por *Abies religiosa* disminuirá aún más rápidamente en el curso del siglo: una disminución de 69,2 % en la década rodea 2030 (20 años antes de lo que la predicción de Gómez *et al.*, 87,6 % que rodea 2060, y 96,5 % para 2090.

Normalmente los bosques protegidos se recuperarían y regenerar después de disturbios locales. Sin embargo, con el cambio climático, la recuperación natural puede no ocurrir tan fácilmente. El clima exclusivo que sostiene a *Abies* ya no será el adecuado para la especie.

<sup>9</sup> Gómez Díaz, Jesús David, y Alejandro Ismael Monterroso Rivas, Juan Ángel Tinoco Reudo y María Lorenza Toledo Medrano (2008) *Generación de Escenarios de Cambio Climático a Escala Regional, al 2030 y 2050ñ Evaluación de la Vulnerabilidad y Opciones de Adaptacion de los Asentamientos Humaos, La Biodiversidad y Los Secotres Ganadero, Forestal y Pesquero, ante los impactos de la Variabilidad y El Cambio Climáticos, y fomento de Capacidades y Asistencia Technica a Expecialistas Estatales que Elaborarán Programas Estatales de Cambio Climático.*

[http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller\\_CCA\\_INE\\_dic08/Sector\\_Forestal\\_Dic08.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller_CCA_INE_dic08/Sector_Forestal_Dic08.pdf)

<sup>10</sup> Saenz-Romero, Cuauhtemoc; Rehfeldt, Gerald E.; Duval, Pierre; Lindig-Cisneros, Roberto A. 2012. *Abies religiosa* habitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. *Forest Ecology and Management*. 275: 98-106

En conclusión por tratarse de una especie de difícil regeneración afectada por deforestación y por cambios globales que prevé un cambio drástico en el uso del suelo apto para la especie, demuestra un fuerte impacto actual y futuro sobre el uso de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Por lo tanto, se vuelve aún más importante que la especie esté protegida por la Leyes ambientales ya existentes y la refuerce la NOM-059.

**e) Consecuencias indirectas de la propuesta.** Describa las acciones que debería tomar la autoridad como consecuencia de la propuesta de la especie o población en cuestión. En particular:

**a. Describa la acción específica:**

- i) En primer lugar proteger a la subespecie bajo la categoría de “En peligro de extinción” dada su fragilidad evolutiva.
- ii) Establecer zonas de reserva bajo apego de estricta vigilancia dada la presión explícita que sufren las especies de oyamel por el interés comercial.
- iii) Zonificar (a nivel del país) y delimitar claramente las áreas tan reducidas e irreconocibles hasta la fecha, en las que habita el *Abies religiosa* subsp. *colimensis* ya que co-habita con otras especies de oyamel en particular con *Abies religiosa*, ésta última claramente identificada para explotación, es urgente su separación y delimitación espacial de acuerdo a su condición biológica.
- iv) Establecer zonas de recuperación y manejo del hábitat de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.
- v) Tratar a la especie en viveros para su propagación.
- vi) Promover la reforestación al máximo con esta especie en condiciones artificiales y condiciones naturales
- vii) Promover la legislación única y exclusivamente para las especies de Oyamel por todos sus aspectos biológicos relevantes y de interés humano.

**b. Explique la manera en que contribuiría a solucionar la problemática identificada.**

Históricamente se ha sobreexplotado a las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* hasta casi su desaparición por el detalle taxonómico de incluirla como subespecie de *Abies religiosa*, una especie no catalogada como en riesgo, por lo que es indispensable su protección mediante su inclusión como subespecie en riesgo de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2014 y recuperación del hábitat dada la condición de vulnerabilidad de esta especie. Detener su explotación es en este momento la principal acción indicada para su recuperación, ya que aunque se ubica en dos áreas naturales protegidas su explotación legal e ilegal sigue deteriorando sus poblaciones. El incluir a la *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la NOM-059-SEMARNAT evitaría en gran parte la tala desmedida que han estado sufriendo sus poblaciones en el último siglo, al evitar que se expidan permisos de aprovechamiento que se han basado erróneamente en el estado de las poblaciones de otras poblaciones o subespecies de *Abies religiosa* menos amenazadas del centro de México.

**c. Si existen otras acciones regulatorias vigentes directamente aplicables a la problemática identificada de la especie,** explique por qué son insuficientes.

No existen otras acciones regulatorias para esta especie.

**f) Análisis de costos.** Identifique los costos y los grupos o sectores que incurrirían en dichos costos de ser aprobada la propuesta (por ejemplo costos de capital, costos de operación, costos de transacción, costos de salud, medio ambiente u otros de tipo social); señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.

#### **f. Costos cuantificables** <sup>(1)</sup>

Derivado a que todas las obligaciones y/o acciones regulatorias relacionadas con la protección, aprovechamiento y manejo de especies y poblaciones están establecidos en otros ordenamientos y no directamente con la NOM-059 se pueden identificar costos indirectos en los que incurriría el grupo afectado definidos como aquellos que se crean al incluir o cambiar la lista de especies con alguna categoría de riesgo en el anexo normativo de la NOM-059, pero cuyos costos tienen en realidad su origen en otros ordenamientos como los contenidos legales para los permisos de aprovechamientos maderables en sitios de alta fragilidad ambiental como el bosque mesófilo del Nevado de Colima<sup>11</sup> donde cohabita de manera exclusiva y cerca de él los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

Se citan los principales ordenamientos de la Ley en materia de aprovechamientos maderables ya establecidos que determinan en realidad los costos indirectos identificados y no lo que implicaría directamente la aplicación de la NOM-059.

#### 1. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA)

Artículo 3°. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

III. Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos.

Artículo 28°. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

---

<sup>11</sup> El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su conservación y Manejo Sostenible. CONABIO. 2010.

V. Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

El Reglamento de la LEGEPA en materia de impacto ambiental define especie de difícil regeneración de la manera siguiente:

Artículo 3°. Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

II. Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción;

Ahora bien un aprovechamiento sustentable de los bosques del Nevado de Colima en específico de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el contexto de la política ambiental conlleva un conflicto por la ponderación de bienes ambientales a proteger por la sólida normativa que existe y que en primera instancia alude a una política de protección y del aprovechamiento sustentable.

Por su parte la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece:

Artículo 74. Las solicitudes para obtener autorización de aprovechamiento de recursos forestales maderables deberán acompañarse de:

V. El programa de manejo forestal con una proyección que corresponda a un turno.

Artículo 75. La secretaría deberá solicitar al Consejo Estatal de que se trate, opiniones y observaciones técnicas respecto de las solicitudes de autorización de aprovechamientos de recursos forestales maderables o de forestación previamente a que sean resueltas. El Consejo correspondiente contará con diez días hábiles para emitir su opinión. Transcurrido dicho término se entenderá que no hay objeción alguna para expedir o negar la autorización.

Artículo 76. Los siguientes aprovechamientos forestales requieren la presentación de una manifestación de impacto ambiental en los términos de la LEGEPA:

**II. En aprovechamiento de especies forestales de difícil regeneración, y...**

La manifestación de impacto ambiental se integrará al programa de manejo forestal para seguir un solo trámite administrativo y se realizará de conformidad con las guías y normas que se emitan en la materia.

Artículo 80. Una vez presentado un programa de manejo forestal, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación para la cual dictaminará si la solicitud se ajusta a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales aplicables.

Para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar la factibilidad de las obras o las actividades propuestas en el Programa sobre los recursos forestales sujetos a aprovechamiento, así como los ecosistemas forestales de que se trate considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos sujetos a aprovechamiento.

En el referente anterior de naturaleza normativa los aprovechamientos forestales tratándose de superficies que rebasen las 250 hectáreas son de nivel avanzado y requieren de manifestación de impacto ambiental (MIA) cuando son especies de difícil regeneración o cuando en los términos del Artículo 28 de la LGDFS fracción XIII, son actividades que pueden causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, ó rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio y la protección al ambiente.

Entonces con la alusión de la principal normatividad que aplica para las especies de difícil regeneración se identifica que los costos indirectos para cualquier promovente de explotación forestal ya están implícitos para que la autoridad autorice un aprovechamiento maderable sobre el bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

La difícil o imposible regeneración de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y otra especies forestales del bosque mesófilo del Nevado de Colima se puede concluir de manera indirecta por el estudio titulado:

**“Decrecimiento del pueblo corporativo Atenquique y su declinación económica y ambiental”<sup>12</sup>**

*“En 1972, otro decreto amplió los usos de la explotación de madera por la Unidad Industrial de Explotación Forestal de Atenquique de celulosa, papel cartón y papel a madera, triplay, cartón de madera y otros productos. Una planta manufacturera de triplay se instaló a pesar de que los oyameles (*Abies religiosa* subsp. *colimensis*), una variedad de árbol, eran escasos después de una explotación severa”.*

*“Desde la segunda mitad del siglo pasado, la degradación ambiental en la región ha sido significativa y ha alcanzado dimensiones alarmantes cuando sobrepasó la capacidad natural de la regeneración natural de las comunidades forestales. El problema más serio de la región Sur de Jalisco ha sido la deforestación irracional que inició con el inicio de las operaciones de Compañía Industrial de Atenquique SA y luego Grupo Industrial Durango SA. El Gobierno Federal también modificó los límites del área protegida se redujo desde los 2,300 metros sobre el nivel del mar a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, estos límites nunca fueron bien definidos y se han confundido”.*

*“Por lo tanto, la Compañía tomó ventaja del Parque nacional y devastó los recursos forestales, tuvo la capacidad de transformar alrededor de 200 mil metros cúbicos de Madera por año, lo cual representó una cantidad enorme de árboles cortados.”*

---

<sup>12</sup> José G. Vargas Hernández, M.B.A.; Ph.D. Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas Universidad de Guadalajara <http://www.pontourbe.net/edicao8-cirkula/188-decrecimiento-del-pueblo-corporativo-atenuquique-y-su-declibacion-economica-y-ambiental>

*“Los abundantes recursos ecológicos sin casi ninguna restricción motivaron que la Compañía sobreexplotara más de 230 mil metros cúbicos de madera anualmente, muy por arriba de la capacidad sustentable de regeneración forestal del área. Por lo tanto, Atenquique elevó su productividad en más de un millón de metros cúbicos de madera, más de cinco veces la capacidad de regeneración del bosque. Esto causó una debacle ecológica de los bosques de la región del Sur de Jalisco.”*

*“Como resultado de 50 años de la explotación forestal, la vegetación secundaria y las áreas deforestadas fueron utilizadas para la agricultura y para la ganadería, la infraestructura y la explotación comercial. La compañía subutilizó los recursos forestales pero no tenía planes para los subproductos secundarios derivados de la Madera. La Compañía explotó el pino para la manufactura del papel y los olmos para la industria del mueble pero nunca explotó los cientos de toneladas de los sobrantes que nunca fueron explotados y que eran desperdicios que se echaron a perder”.*

*“Además, ha habido intereses de otros agentes económicos, actores políticos y sociales, principalmente intermediarios, entre otros los denominados “coyotes” quienes son ambiciosos para tomar ventaja de los recursos forestales y de la madera de las comunidades locales. No hay otra forma de salirse y evitar las prácticas de oportunismo y corrupción de estos agentes y actores sino de mantener una relación de cliente con los dueños de la industria de la madera que administran el manejo de los bosques”.*

*“Muchos dueños de los bosques, pequeños propietarios o ejidatarios, decidieron explotar sus propios recursos y proliferaron los aserraderos, muchos de ellos con operaciones clandestinas, que llegaron a ser alrededor de 25 tan solo en Cd. Guzmán que operaban y explotaban los bosques irracionalmente, argumenta García de Alba, (2004). Esta explotación irracional es la causa de la inestabilidad del suelo y de las crecientes inundaciones de lodo y residuos de los árboles en tiempos de lluvia. Cuando la naturaleza forestal es removida, las raíces de los árboles no pueden retener y compactar el suelo de los terrenos los cuales debido a los altos desniveles de las laderas de las Colinas, el agua erosiona los terrenos y causa las remociones del flujo de los materiales orgánicos.”*

*“Varios sistemas de administración forestal se han implementado de acuerdo a las necesidades, tales como el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), Plan Costa de Jalisco, Plan de Manejo Integral para la Región de Atenquique (PMIFRA), Sistema de Conservación y de Desarrollo Silvícola (SICODESI), Sistema de Manejo Integral (SIMANIN). Sin embargo, los resultados de implementar estos planes no son positivos principalmente debido a que la corrupción es el factor principal”*

En conclusión a lo anterior descrito, conforme a lo dispuesto por el Artículo 100° de la LEGEPA que a la letra dice:

ARTÍCULO 100.- Las autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos forestales implican la obligación de hacer un aprovechamiento sustentable de ese recurso. Cuando las actividades forestales deterioren gravemente el equilibrio ecológico, afecten la biodiversidad de la zona, así como la regeneración y capacidad productiva de los terrenos, la autoridad competente revocará, modificará o suspenderá la autorización respectiva en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Por lo anterior, en general los impactos económicos en los que incurriría el grupo afectado derivado de la propuesta de inclusión del *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la NOM-059 no son activados de manera automática por la citada norma, sino que en la mayoría de los casos la autoridad está obligada a considerar de manera especial las posibles afectaciones a la especie en su deliberación sobre la conveniencia o no de autorizar o prohibir diversas actividades de los privados, así como crear mecanismos de fomento. Muchos de estos mecanismos, tales como la evaluación de impacto ambiental, las solicitudes de aprovechamiento de recursos, incorporan mayores elementos de juicio para establecer prohibiciones o condicionantes únicamente cuando existan causas probadas de afectación a las especies en riesgo. Esto quiere decir, por ejemplo, que no basta la presencia de una especie en la zona de algún desarrollo para que éste sea negado, tiene que haber alguna afectación que, adicionalmente, no pueda ser mitigada mediante algunas medidas preventivas por parte del promovente del desarrollo. Esta posibilidad, reduce significativamente los costos privados generados por el listado de especies en las categorías de riesgo y sólo activa las consecuencias económicamente más severas cuando hay evidencia de afectación a la especie y cuando no es evitable.

Por lo anterior, la dimensión del impacto de los costos indirectos derivados de la inclusión del taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* al Anexo Normativo II se prevé **muy baja** además por las siguientes razones que fortalecen lo dicho:

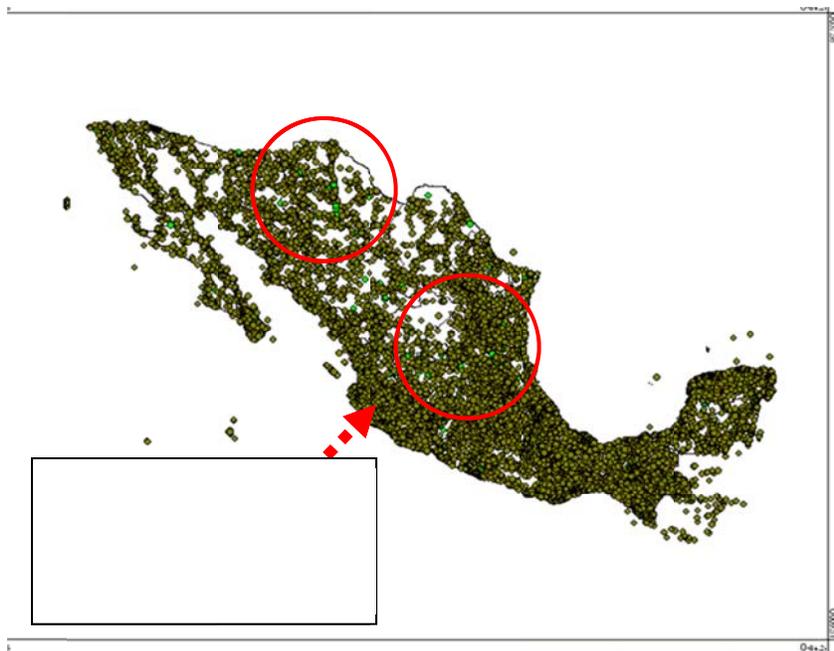
1. De la NOM-059-2006 contenía un total de 2,583 especies, de las cuales, en la revisión NOM-059-2010 sólo se modificó la categoría de 158 especies<sup>13</sup>, por lo que sólo afectó al 6.11 % de la lista vigente, por lo anterior adicionar *Abies religiosa* subsp. *colimensis* a la nueva lista implicaría de igual manera un mínimo porcentaje. Cuadro 1.

Cuadro 1.

<b>GRUPO</b>	<b>PROPUESTAS APROBADAS</b>	<b>INCLUSIÓN</b>	<b>EXCLUSIÓN</b>	<b>CAMBIO</b>	<b>MANTENER</b>
Anfibios	2	1	-	-	1
Aves	86	21	4	60	1
Invertebrados	3	3	-	-	-
Mamíferos terrestres	11	1	-	10	-
Mamíferos marinos	4	-	-	-	4
Peces	43	12	-	14	17
Plantas	25	7	1	6	11
Reptiles	27	1	4	22	-
<b>Totales</b>	<b>201</b>	<b>46</b>	<b>9</b>	<b>112</b>	<b>34</b>

<sup>13</sup> 112 modifican su categoría y 46 de incluyen.

2. El siguiente mapa muestra el área donde se distribuyen todas las especies contenidas actualmente en la norma, por lo que el área regulada es prácticamente todo el país. Los cambios en la nueva lista (puntos verde claro) prácticamente se pierden en el universo. La inclusión de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* por su distribución exclusiva al Nevado de Colima y cerca de él de igual manera se perdería en el universo.



**Figura 15.** Mapa que muestra el área donde se distribuyen todas las especies contenidas actualmente en la NOM-059-2010.

3. Si bien *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es una especie de importancia comercial los efectos económicos en que incurriría el grupo afectado derivado de la propuesta tienen en realidad su origen en otros ordenamientos legales muy estrictos, como son: la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentables entre otros.

Finalmente la estimación de los costos asociados para agregar a *Abies colimensis* a la norma si bien involucran muchos valores de mercado, estos son difíciles de cuantificar de hecho los impactos no son conocidos en muchos casos debido a que dependen de la valoración que hagan las autoridades, por ejemplo, al momento de evaluar una Manifestación de Impacto Ambiental o una Solicitud de Cambio de Uso de Suelo o de Aprovechamiento de recursos maderables o no maderables.

**g) Análisis de beneficios. Identifique beneficios y los grupos o sectores que recibirían dichos beneficios (consecuencias positivas que ocurrirían) de ser aprobada la propuesta; señale su importancia relativa (alta, media, baja) y de ser posible, cuantifíquelo.**

**g. Beneficios cuantificables <sup>(1)</sup>**

Los beneficios del anteproyecto consisten en las consecuencias positivas que ocurrirán como consecuencia de su implementación. La NOM-059 establece las categorías de riesgo de especies de flora y fauna silvestres, así como las especificaciones para la inclusión exclusión o cambio, en su anexo, contiene la lista de especies que han sido ya enlistadas en alguna categoría de riesgo. En este apartado, se analizan los beneficios que pudieran generarse por la inclusión del taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en su Anexo normativo II.

La consecuencia más directa de la norma consiste dirigir mejor los esfuerzos de regulación (prohibiciones, condicionantes e instrumentos de fomento) de manera más eficiente para evitar o revertir el proceso de extinción del *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Ahora bien, estos efectos de la norma, bajo un escenario de implementación efectiva de la regulación y las políticas, tendrán como consecuencia un conjunto de beneficios dentro de los que se encuentran:

- **Directos:** El evitar la extinción o promover la recuperación de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, lo que genera diversos valores (de uso-consuntivo y no consuntivo, de existencia, herencia, opción y cuasi-opción). Esto incluye el garantizar que pueda ser usada con fines comerciales a largo plazo.
- **Indirectos:** La conservación de otros componentes de la biodiversidad asociada a las especies amenazadas, la cantidad y calidad de su hábitat, así como el mantenimiento de los procesos ecosistémicos críticos.
- **Otros:** Beneficios en otros sectores en donde hay sinergias con la conservación por ejemplo con la administración del parque nacional Nevado de Colima y parque estatal bosque mesófilo Nevado de Colima.

De esta forma, la correcta aplicación de la norma tiene como fin promover acciones que aumentan la probabilidad de preservación de la especie y condicionan o prohíben las acciones que aumentan el riesgo de extinción de las especies enlistadas, promoviendo tanto la conservación del *Abies religiosa* subsp. *colimensis* como de su hábitat. En consecuencia, la conservación de la especie genera una amplia gama de valores, algunos ligados a usos directos de la especie y otros a usos indirectos:

**Valores de uso directo:**

- Turístico (avistamiento de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y bosque mesófilo).

- Aprovechamiento maderable ecológico sostenido por ejemplo no mayor de 7 m<sup>3</sup> de madera por hectárea (incluyendo unidades de manejo ambiental, productos no maderables, etc.).
- Valores de opción y cuasi opción en todos estos rubros (incluyendo valor para la biotecnología –bioprospección-).

#### **Valores de uso indirecto:**

- Servicios ambientales provistos por la especie y por su hábitat (regulación climática, captura de carbono, control de plagas, soporte a otras especies de importancia económica y/o cultural, etc.).

#### **Valores de no uso:**

- Valor de existencia
- Valor de herencia.

Si bien existen técnicas de valoración económica de bienes y servicios ambientales, la determinación de los beneficios asociados a la protección de especies amenazadas no es trivial, ya que contribuyen a la producción de una amplia gama de bienes y servicios, cada uno de los cuales requiere de técnicas diferentes para su cuantificación del valor, además de que el ejercicio es complicado dado que muchos de los bienes y servicios no tienen mercado.

Sin embargo, sin importar lo sofisticado de las técnicas, es imposible determinar el valor de opción y cuasi opción en el muy largo plazo, ya que no conocemos las preferencias ni las necesidades de las generaciones futuras. Por lo anterior, la valoración económica de la conservación de especies ha sido compleja y no exenta de controversia. En general, los estudios cuantifican un número limitado de fuentes de valor económico y en ese sentido, subestiman el verdadero valor de la conservación de especies amenazadas.

En México, existen pocos estudios de valoración económica de especies de vida silvestre, por lo que no es posible recurrir a ellos como referencia para establecer el beneficio asociado a la revisión del listado de especies en las diversas categorías de riesgo de la norma.

#### **Evidencia del valor**

A pesar de las limitaciones expuestas, la revisión de la literatura internacional sobre valoración económica ofrece un campo muy rico de evidencia sobre la naturaleza del valor de la biodiversidad y la conservación de sus componentes que pudiera servir para ponderar la pertinencia de la presente propuesta.

Si bien estos estudios reflejan valores en contextos socioeconómicos muy diferentes al de México, existen bases teóricas para poder usar estos resultados como *indicativos* del posible valor en México y, en algunos casos, es posible aplicar técnicas de transferencia de

beneficios para adaptar los resultados de dichos estudios<sup>14</sup>. Cuando se parte de un valor ya determinado y no de una función de valor, las técnicas de transferencia de valor ajustan el valor determinado en el lugar A a lo que podría valer en el sitio B tomando en cuenta el nivel de ingreso del sitio A en relación al sitio B, así como algún supuesto sobre la elasticidad ingreso de la demanda por el atributo ambiental o especie a valorar. Existen muy diversos estudios en este sentido.

En contraste, cuando los estudios hayan derivado una función de valor a partir de un estudio de regresión, los valores de las variables para México podrían ser usados para adaptar mejor el estudio a la situación nacional. Para el caso de vida silvestre, se han realizado compilaciones y meta análisis de los resultados de estos estudios, encontrando diversos factores que contribuyen de manera significativa al valor de las especies<sup>15</sup>. Sin embargo, no existen ejercicios de valoración para las mismas especies que están en la presente propuesta, por lo que se dificulta el uso de esta técnica.

### **Evidencia desde el valor de los componentes de la biodiversidad**

El artículo que sirve de base para el presente análisis es de Christle *et al* (2006)<sup>16</sup>, quienes analizan el valor de cada uno de los componentes de la biodiversidad, incluyendo las especies y proveen resultados para dos regiones de Inglaterra. En su estudio, los autores recurren a encuestas en las que preguntan a los ciudadanos por su disposición a pagar para conservar diferentes componentes de la biodiversidad, y más adelante, extrapolan estos resultados y obtienen una medida promedio del valor por hogar por año. Por su construcción, el estudio está captando de manera agregada, valores de uso y no uso y los está ligando a un objetivo de política, es decir, a su conservación.

- La protección de especies carismáticas, familiares o simbólicas tuvo un valor promedio de 36 libras esterlinas por año por hogar. Si estas especies estaban además en declive en sus poblaciones, el valor aumentaba a 93 libras. En otras palabras, **la sociedad valora más la protección de especies genuinamente raras o amenazadas**. Este valor adicional está garantizado en la NOM-059 a partir de la aplicación de la metodología del MER. En otras palabras, la NOM asegura que las especies que ahí se incluyen tienen un valor social superior al resto de las especies.
- Más aún, **se valora más la protección de especies raras que las que son familiares o carismáticas**. Asegurar la recuperación de especies raras tuvo un valor promedio de 115 libras por año por hogar. Este resultado coincide con otros

---

<sup>14</sup> Para una descripción detallada de los métodos de transferencia de beneficios se puede consultar el Capítulo 5 de Azqueta (2002) Introducción a la Economía Ambiental, Mc Graw-Hill, Madrid, 420pp.

<sup>15</sup> Un estudio reciente que analiza 38 estudios en un análisis de regresión es Loomis, J. B. and D.S. White (1996) Economic benefits of rare and endangered species: summary and meta-analysis, *Ecological Economics* 18:197-206. Dentro de sus hallazgos, los autores encuentran (1) que la sociedad asigna un valor positivo a la conservación, (2) que las especies que son “visitadas” tienen un valor mayor, (3) que algunos tipos de animales tienden a tener mayor valor, como las aves y los mamíferos marinos. Nunes y van den Bergh (2001) Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological Economics* 39, 203-222.

<sup>16</sup> Christie, Hanley, Warren, Murphy, Wright y Hyde (2006) Valuing the diversity of biodiversity, *Ecological Economics* 58, 304-317.

estudios sobre la valoración de especies en peligro vs. especies carismáticas<sup>17</sup>. Hay que resaltar que este hecho implica nuevamente que el rigor científico detrás de los criterios para modificar la lista de especies tendría no sólo una lógica ecológica, sino económica también, ya que las especies verdaderamente amenazadas tenderían a ser las especies más valiosas.

A partir de estos resultados, es posible hacer un ejercicio de *transferencia de beneficios* con el fin de estimar el valor que la sociedad mexicana asignaría a la protección de dos tipos de especies: las conocidas pero raras/amenazadas y las no conocidas pero raras/amenazadas.

$$V_{Mex} = \frac{I_{Mex}}{I_{UK}} \frac{V_{UK}}{\eta}$$

VARIABLE	UNIDADES	MINIMO	MAXIMO	ESPERADO	FUENTE
Ingreso UK	dólares per capita	33630	33630	33630	World Bank
Ingreso México	dólares per capita	6790	6790	6790	World Bank
Elasticidad ingreso		1	1.4	1.2	
Valor en estudio UK	dólares por año por hogar	36	93	64.5	Christle et al (2006)
Valor en México	dólares por año por hogar	\$7.27	\$13.41	\$10.85	
Tipo de cambio	pesos por dólar	13.15	13.15	13.15	INEGI, Tipo de cambio bancario e interbancario (diario)
	pesos por año por hogar	\$95.60	\$176.34	\$142.68	

<sup>17</sup> Tisdell, Swarna Nantha y Clevo Wilson (en imprenta) Endangerment and likeability of wildlife species: How important are they for payments proposed for conservation?, *Ecological Economics*, 2006.

Hogares en México	Viviendas	28,617,724	28,617,724	28,617,724	Censo De Poblacion Y Vivienda 2010 INEGI
Valor total anual[1]:	millones de pesos por año	2,735,868,723	5,046,492,377	4,083,105,316	

1[1] El método de cálculo consiste en ajustar el valor obtenido en el estudio por el cambio porcentual en ingreso multiplicado por la elasticidad ingreso del valor de las especies y convertido a pesos. Al desconocer el valor de la elasticidad ingreso para estos bienes, se decidió emplear un nivel mínimo de 1 y máximo de 1.4.

Como se puede observar, el valor económico de la protección de las especies, es decir, **el buen funcionamiento de la NOM, con su listado y su mecanismo de actualización, así como la aplicación de la regulación asociada, tienen un valor social que oscila en el rango de los \$2,735 – 4,083 millones de pesos por año.** Sin embargo, a fin de proveer elementos que pudieran servir para dar un valor *por especie* y poder así referirnos exclusivamente a las especies que se adicionan al listado, a continuación se presenta un segundo ejercicio de transferencia de beneficios en el que se desarrollaron estimaciones *por especie rara* que es recuperada.

### Valor de las especies

Para obtener un valor por especie, se recurrió a compilaciones y meta análisis de estudios de valoración que fueron elaborados en Estados Unidos. De estos estudios, se deriva que la multiplicidad de estudios en Estados Unidos sobre valor de las especies individuales reporta una variación muy importante, en un rango que va desde los \$5 a los \$126 dólares por hogar por año, y cuando se valoran múltiples especies de entre \$5 y \$194 dólares<sup>18</sup>. Otros autores reportan un rango de \$7 a \$95 dólares por hogar por año para un rango amplio de especies<sup>19</sup>.

Es cierto que este rango de valores está referido a estudios que en buena medida fueron dirigidos a especies que, si bien son raras, también son familiares para las personas, es decir, son relativamente bien identificadas. En contraste, el oyamel *Abies religiosa* subsp. *colimensis* representa una especie muy conocida y endémica al Nevado de Colima y cerca de él a la que se le asocia amplios servicios ambientales para la sociedad.

<sup>18</sup> Nunes y van den Bergh, *op cit*

<sup>19</sup> Loomis y White *op cit*

$$V_{Mex} = \frac{I_{Mex}}{I_{USA}} \frac{V_{USA}}{\eta}$$

VARIABLE	UNIDADES	MINIMO	MAXIMO	ESPERADO	FUENTE
Ingreso USA 2014	dólares per capita	41440	47153	44295	World bank
Ingreso México 2014	dólares per cápita	6790	14564	10677	World bank
Elasticidad ingreso		4	1	2	
Valor en estudio UK	dólares por año por hogar	7	95	51	Loomis y White op cit
Valor en México	dólares por año por hogar	\$0.29	\$15.57	\$4.18	
Tipo de cambio (15/01/14)	pesos por dólar	13.15	13.15	13.15	INEGI, Tipo de cambio bancario e interbancario (diario)
	pesos por año por hogar	\$3.81	\$204.75	\$54.97	
Hogares en México	viviendas	28,607,568	28,607,568	28,607,568	Censo de población y vivienda 2010 INEGI
Valor total anual	millones de pesos por año por especie	\$109,094,961	\$5,857,270,814	\$1,572,472,190	

**CONCLUSIÓN:** El beneficio estimado de la protección del taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* que se incluya en el anteproyecto de norma derivado de la aplicación de la NOM, en su listado, tienen un valor esperado de 1, 572,472 millones de pesos al año, con un máximo de 5, 857, 270,815 y un mínimo de 109, 094,961 millones de pesos al año.

**(1) Adaptado de:** ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO DEL ANTEPROYECTO DE MODIFICACIÓN DE LA NOM-059-SEMARNAT-2006

**[https://www.google.com.mx/webhp?source=search\\_app&gws\\_rd=cr&ei=hMDWUt-tEsTpoATD2YKwBg#q=costo+beneficio+nom+059+semarnat](https://www.google.com.mx/webhp?source=search_app&gws_rd=cr&ei=hMDWUt-tEsTpoATD2YKwBg#q=costo+beneficio+nom+059+semarnat)**

**h) Una propuesta general de medidas de seguimiento de la especie, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita.**

Se propone el siguiente:

**Programa de monitoreo y evaluación del estado y dinámica demográfica de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis***

Para dar un seguimiento del estado demográfico de las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* a corto, mediano y largo plazo se propone una serie de medidas a desarrollarse en varias etapas:

Etapa 1 (primer año):

- 1.1 Crear un grupo de trabajo multidisciplinario e interinstitucional encargado de la evaluación y seguimiento del estado demográfico y hábitat de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, en el que participe personal de organismos gubernamentales federales y estatales tales como CONABIO, CONANP (Parque Nacional del Nevado de Colima y Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán), CONAFOR, SEMADET; instituciones académicas tales como Universidad de Guadalajara (CUCSUR, CUCBA, CUSUR), UNAM, Universidad de Colima; y ONGs tales como Peace Corps-México (que actualmente trabaja por la conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional del Nevado de Colima).
- 1.2 Actualizar y profundizar el diagnóstico del estado demográfico, genético y del hábitat presentado en esta propuesta en el Parque Nacional del Nevado de Colima, ampliarlo para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y sus zonas de influencia, basado en las siguientes acciones:
  - 1.2.1. Realizar un registro de muestreos y mediciones de la estructura del bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* de variables como área basal, densidad, altura promedio, altura máxima, distribución de tamaños, y diversidad de especies leñosas, con el método aleatorio estratificado con universo delimitado usado por Vázquez-García y Givnish (1998) en el interior y la periferia de fragmentos representativos de bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y en sus zonas de influencia.
  - 1.2.2. Realizar una evaluación del estado de conservación del hábitat de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* registrando presencia de variables de disturbio tales como frecuencia, extensión e intensidad de incendios forestales, tala, plagas, ganadería, turismo irresponsable, cambios de uso de suelo y calentamiento global en fragmentos representativos de bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y en sus zonas de influencia.

- 1.2.3. Realizar un estudio de diversidad y diferenciación genética de las poblaciones representativas de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* con el uso de marcadores moleculares microsatélites para determinar el grado de erosión genética, aislamiento flujo génico de sus poblaciones.
- 1.3 Realizar un estudio socioeconómico actualizado de las necesidades que tienen los habitantes de las zonas de influencia de los bosques de *Abies* en Manantlán y el Nevado de Colima y las posibles soluciones a sus problemas.
- 1.4 Implementar un esquema de Monitoreo y Evaluación (MyE) a corto, mediano y largo plazo en el Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y en sus zonas de influencia, basado en las siguientes acciones:
  - 1.4.1. Establecer parcelas de investigación y monitoreo permanentes con el método de Vázquez-García y Givnish (1998), para dar seguimiento anual a los cambios en estructura, composición y diversidad de especies y en la presencia de factores de disturbio del hábitat.
  - 1.4.2. Realizar un análisis anual de estructura, composición y diversidad de especies y en la presencia de factores de disturbio del hábitat.

Etapa 2 (a partir del segundo año):

- 2.1 Dar seguimiento al esquema de Monitoreo y Evaluación (MyE) a corto, mediano y largo plazo en el Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y en sus zonas de influencia, basado en las siguientes acciones:
  - 2.1.1. Realizar un muestreo de estructura y una evaluación del hábitat anuales en las parcelas de investigación y monitoreo permanentes con el método de Vázquez-García y Givnish (1998), para dar seguimiento a los cambios en estructura, composición y diversidad de especies y en la presencia de factores de disturbio del hábitat.
  - 2.1.2. Realizar un análisis anual de estructura, composición y diversidad de especies y en la presencia de factores de disturbio del hábitat.
- 2.2. Realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de los servicios ambientales que genera el bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, para justificar e implementar adecuadamente los programas de compensaciones por éstos servicios.
- 2.3. Incluir este programa de monitoreo y evaluación a los programas de manejo del Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y en sus zonas de influencia.
- 2.4. Realizar cuestionarios y entrevistas socioeconómicas de monitoreo a los habitantes de las zonas de influencia de los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el Parque Nacional del Nevado de Colima y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.
- 2.5. Realizar una evaluación y una síntesis cada tres años de los logros alcanzados por el Programa de monitoreo y evaluación del estado y dinámica demográfica de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

**i) Referencias de los informes y/o estudios publicados que dan fundamento teórico y sustento relativo al planteamiento que se hace sobre la especie o población.**

Ver éstas referencias en la Literatura citada al final de este documento, antes del Anexo I.

**j) Ficha resumen de la información anterior.**

**FICHA RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INCLUSIÓN DE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS* A LA NOM-059-SEMARNAT-2014**

En la presente propuesta se proveen los argumentos, documentos y referencias que justifican la inclusión de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba, en la lista de especies en riesgo del anexo III de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-, y como subespecie endémica de los estados de Jalisco y Colima. Así como también se presentan la información necesaria para determinar la categoría de riesgo en la que se debe incluir a *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, de conformidad con lo contenido en el Anexo Normativo II, del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. **De acuerdo a la aplicación de éste método para el total de los cuatro criterios (A, B, C y D) se obtuvo un puntaje de 2.61 (Suma de los criterios A+B+C+D= 0.82+0.56+0.43+0.8 =2.61), valor que ubica al taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la categoría de riesgo de: En Peligro de Extinción.** También se expone sección de relevancia taxonómica en la que se proveen los argumentos taxonómicos que justifican reconocer y confirmar a las poblaciones de *Abies religiosa* del Nevado de Colima y de la Sierra de Manantlán como un taxón único al menos a nivel de subespecie: *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham. subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba (nombre científico válido), ya que tiene algunas diferencias morfológicas, genéticas y geográficas con otras poblaciones de *Abies religiosa* del centro y oriente de México, con lo que se confirma que *Abies religiosa* subsp. *colimensis* debe ser tratado como una entidad taxonómica y biológica diferente a las otras poblaciones de *Abies religiosa* de México. Los argumentos más relevantes que justifican la inclusión de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la NOM-059-SEMARNAT son: 1) Esta subespecie tiene una diversidad genética extremadamente baja ( $H_e = 0.020=2\%$ ), la más baja conocida entre todas las especies de *Abies* de Mesoamérica y en una de las más bajas entre las especies arbóreas del planeta; 2) el área de ocupación de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es muy reducida, de aproximadamente 150.02 km<sup>2</sup> equivalentes a sólo el 0.007 % del territorio nacional; 3) sólo tiene tres poblaciones que presentan un alto grado de fragmentación y aislamiento geográfico (tanto natural como antropogénico), por lo que su acervo genético es muy diferente y único; 4) es endémica del sur de Jalisco y un solo cerro de Colima, en una sola provincia biogeográfica, en sólo dos tipos de vegetación; 5) presenta un alto impacto de deforestación de origen antropogénico por tala clandestina en las áreas naturales protegidas y fuera de ellas, por permisos de aprovechamiento injustificados, por incendios provocados para cambio de usos de suelo a pastizales ganaderos y cultivos, y por calentamiento global; 6) el calentamiento global aumenta la incidencia de plagas y enfermedades provenientes de ecosistemas bajos tropicales y reduce la superficie de hábitat adecuado para la especie por ubicarse ésta en las partes altas, picos y crestas de las montañas; 7) existe una alta presión de aprovechamiento

insostenible y de cambio de uso de suelo; 8) la capacidad de resiliencia o de recuperación de la especie es baja debido a su lenta tasa decrecimiento y su alto grado de erosión genética, que combinada con el calentamiento global y la migración de nubes a partes más altas (fuente de humedad indispensable para los oyameles), no permitirá que esta especie tenga una pronta respuesta adaptativa ni pueda migrar a partes más altas (no hay áreas más altas ni en el Nevado de Colima ni en la Sierra de Manantlán), lo que la conduciría inevitablemente a su extinción global. Por todo ello es urgente proveerle a *Abies religiosa* subsp. *colimensis* el estatus de protección legal como especie en peligro de extinción que está ampliamente justificado con la información de la presente propuesta, la aplicación del MER y referencias que la apoyan.

**5.7.5. Además de la justificación técnica-científica que incluya la información del punto 5.7.4, se deberá presentar la información utilizada para determinar la categoría de riesgo, de conformidad con lo contenido en el caso de Plantas, lo contemplado en el Anexo Normativo II, Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Plantas.**

## **ANEXO NORMATIVO II**

### **METODO DE EVALUACION DEL RIESGO DE EXTINCION DE PLANTAS EN MEXICO**

Este método se aplicará exclusivamente para Plantas.

#### **Evaluación MER total obtenida en la presente propuesta:**

**Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11 = 9/11= 0.82**

**Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9 = 5/9 = 0.56**

**Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23 = 10/23= 0.43**

**Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10 = 8/10 = 0.8**

**Total (Suma de los criterios A+B+C+D)= 0.82+0.56+0.43+0.8 = 2.61**

#### **CATEGORÍA DE RIESGO DE ABIES RELIGIOSA SUBSP. COLIMENSIS PROPUESTA DE ACUERDO A LA SUMA DE PUNTAJES DE LOS CRITERIOS A+B+C+D:**

#### **(P) EN PELIGRO DE EXTINCIÓN**

A continuación se presentan los argumentos e información que respalda el puntaje obtenido en con el Método de Evaluación de Riesgo MER Anexo II

## I. INDICE DE RAREZA

### Criterio A. Características de la distribución geográfica

1) **Extensión de la distribución** (los porcentajes se determinaron considerando la extensión territorial de los biomas en el país). La extensión de la distribución debe considerar el área de ocupación (el área dentro de su extensión de presencia que es ocupada por el taxón, ya que esta última puede contener hábitats no adecuados, UICN, 1994) y no sólo la extensión de presencia (área contenida dentro de los límites continuos o imaginarios más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos en los que un taxón se halla presente).

- a) El área de distribución es menor o igual a  $1 \text{ km}^2 = 4$
- b) El área de distribución ocupa más de  $1 \text{ km}^2$  pero  $<1\%$  del Territorio Nacional = 3
- c) El área de distribución ocupa  $>1- <5\%$  del Territorio Nacional = 2
- d) El área de distribución ocupa  $>5- <40\%$  del Territorio Nacional = 1
- e) El área de distribución ocupa  $>40\%$  del Territorio Nacional = 0

**Respuesta:** El área de ocupación de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es de aproximadamente  $150.02 \text{ km}^2$  equivalentes al  $0.007 \%$  del Territorio Nacional.  
**Puntaje = 3**

**Justificación:** El área de ocupación *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se delimitó mediante la sustracción de hábitats no adecuados al polígono mínimo convexo de su área de extensión de distribución de individuos colectados, georreferenciados y herborizados en herbarios reconocidos. **Método de cálculo del área de ocupación utilizado:** Las áreas de ocupación fueron productos de la combinación de los polígonos convexos mínimos (Figuras 17a, b y c) y una clasificación de imagen MODIS 2014.04.07, que ya tiene NDVI calculado y disponible. Las áreas de extensión y áreas de ocupación se determinaron empleando una técnica combinada de "análisis areográfico" y el "método de polígono convexo mínimo" (Cuadro 2). Para que la estimación de área de distribución representara la realidad con mayor precisión, se realizó el "análisis con el método areográfico". Este análisis aerográfico se utilizó ya que los puntos de observación que están en el margen no obligatoriamente marcan el margen de distribución real. Casi siempre existen individuos que pueden existir un poco fuera del área directa de las observaciones o registros de individuos. Con esta técnica aerográfica los puntos de observación se conectan con el grafo de distancias mínimas, se analiza largo de costillas del grafo y se calculan varios parámetros estadísticos (promedio y desviación estándar) de las distancias entre los nodos del grafo. Alrededor de cada punto se construye un bufer, que puede ser equivalente al promedio o la desviación estándar. En la segunda etapa, se construye el polígono convexo mínimo, que incluye todas las áreas incluidas en los buffers, esto representa el "área de extensión de presencia" de la subespecie.

<b>Cuadro 2. Memoria de cálculo de los polígonos de extensión de presencia y de área de ocupación de <i>Abies religiosa</i> ssp. <i>colimensis</i>.</b>
---

1. Captura de los puntos de observación de <i>Abies religiosa</i> ssp. <i>colimensis</i> con georeferenciación
--

confiable.

2. Procedimiento para conectar los puntos con un grafo de distancias mínimas. En caso de *Abies religiosa* ssp. *colimensis* se realizó por separado en sus tres áreas de distribución.
3. Medición del largo de costilla del grafo y determinación de su valor promedio. El promedio calculado para caso del taxón estudiado fue de 637.4 m.
4. Construcción del área de influencia circular alrededor de cada punto de observación, con el radio igual al promedio del largo de costillas del grafo.
5. Construcción del polígono convexo mínimo que abarca las áreas de influencia de los puntos de observación. En el caso del taxón estudiado fueron definidos tres polígonos separados, uno por cada área de distribución. Los polígonos convexos mínimos determinados como resultado de este paso correspondieron a la *extensión de presencia de Abies religiosa* ssp. *colimensis*.
6. Para determinar *área de ocupación de Abies religiosa* ssp. *colimensis*, en los polígonos de *extensión de presencia* se delimitaron zonas con el hábitat apropiado para presencia del taxón. En el caso de *Abies religiosa* ssp. *colimensis*, uno de los criterios de hábitat apropiado es presencia de bosque húmedo templado.
7. La extensión actual del bosque fue evaluada con datos de percepción remota. El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) derivado de la imagen MODIS (Terra Product MOD13Q1) de 2014.04.07. Los valores de NDVI del MODIS varían de -2000 hasta 10000 de acuerdo con las especificaciones, la evaluación visual de distribución de valores en el marco de los puntos con vegetación conocida de observación en campo permitieron considerar que los valores de NDVI que superan 4800 en la imagen del abril de 2014 corresponden a bosque templado húmedo.
8. Las zonas de supuesta presencia del bosque húmedo templado fueron sobrepuestas con los polígonos de *extensión de presencia del taxón* por medio del algoritmo *intesect*. Los polígonos resultantes corresponden a *área de ocupación de Abies religiosa* ssp. *colimensis*.

Una vez, cuando el "área de extensión de presencia" quedó definida, se procedió a la identificación del "área de ocupación" (Figuras 18 y 19). Para esto en el interior del "área de extensión de presencia" se identificaron todos los sitios apropiados para la presencia de especie. Para identificar los sitios apropiados para la presencia de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, se utilizaron datos de imágenes de percepción remota, en este caso de la imagen MODIS 2014.04.07, que ya tiene NDVI calculado y disponible. La resolución de ésta imagen fue suficiente para análisis de ocupación de los fragmentos de bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Con la clasificación de los datos NDVI de la imagen MODIS se determinó el área de ocupación (Figuras 17 a, b y c).

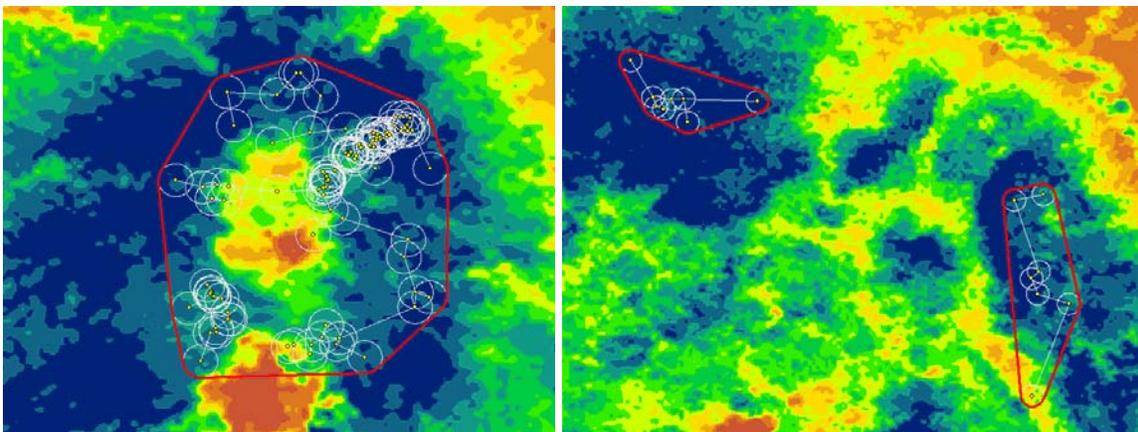


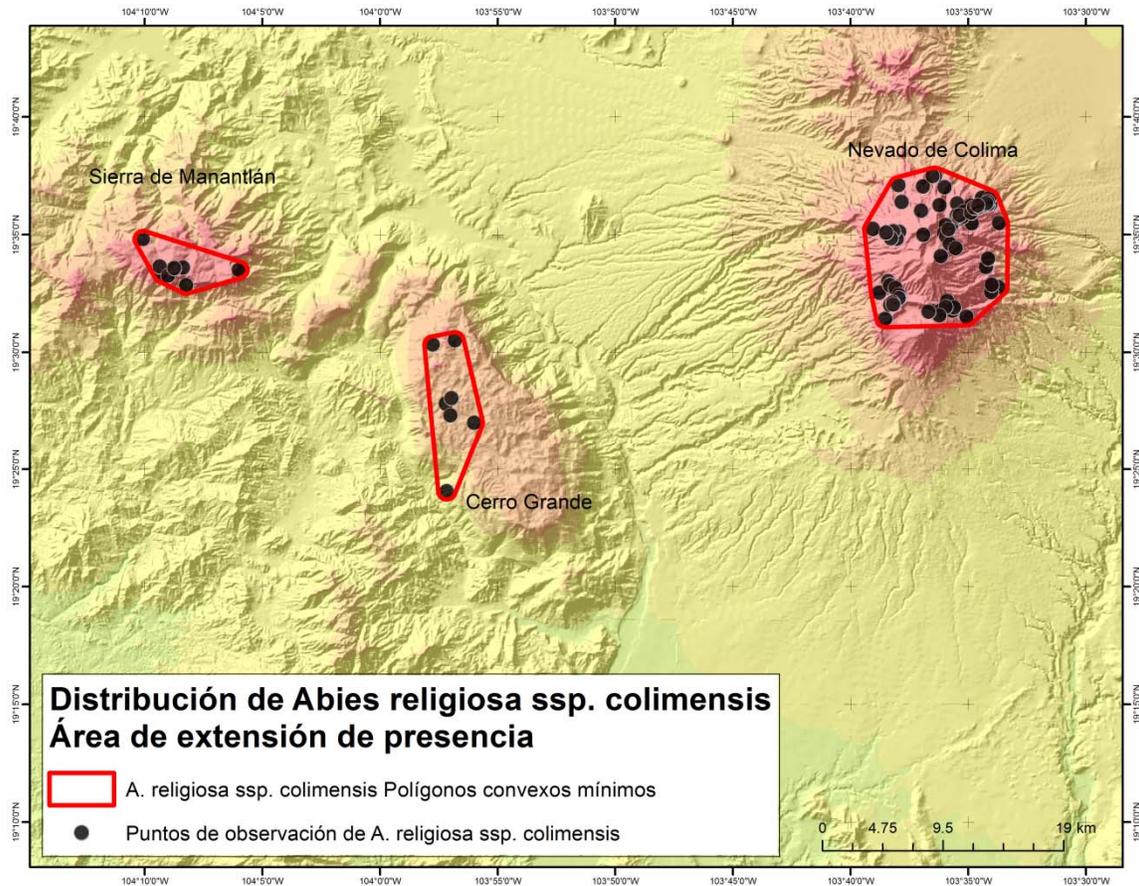
Figura 17 a y b. Clasificación de los tipos de vegetación en la región del Nevado de Colima y en la Sierra de Manantlán, derivada del NDVI calculado de la imagen MODIS 2014.04.07. Las áreas en azul marino y gris oscuro corresponden a áreas con bosque templado húmedo. Los círculos y grafos representan el uso de la técnica aerográfica para determinar los polígonos mínimos convexos de la extensión de presencia de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* a partir de puntos de observación y colecta georreferenciados en campo.

Los píxeles con NDVI alto fueron considerados como píxeles con presencia de arbolado. Los hábitats no adecuados son las áreas sin vegetación y partes de praderas de alta montaña (zacatonal alpino) de la cima del Nevado de Colima, y partes de bosques de encinos y pinos de la Sierra de Manantlán y del Nevado de Colima. Los hábitats adecuados que se consideraron fueron bosque de oyamel, partes altas del bosque mesófilo de montaña y partes húmedas del bosque de pino-encino y bosque de pino. La distribución de individuos de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se determinó con la elaboración de una tabla en la que se integraron los datos de colectas con coordenadas geográficas de especímenes depositados en diferentes herbarios (Anexo I: Índice exsiccatae) y su conversión a un archivo de puntos georeferenciados en formato Shape (.shp) con el uso del programa ArcGIS v.10. Se distinguieron tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* aisladas unas de otras por hábitats inadecuados: Una población en la Sierra de Manantlán (Cerro de Capillas-El Muñeco), otra en el Cerro Grande (también parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán) y la tercera en el Nevado de Colima. Por ello se obtuvieron tres polígonos mínimos convexos para las tres poblaciones y se delimitaron dentro de ellos sus polígonos de área de ocupación sustrayendo de ellos los hábitats inadecuados para *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Con el uso del programa ArcGIS v.10 se calcularon las dimensiones de las tres áreas de ocupación con los siguientes resultados (Tabla 6) (Figuras 18 y 19):

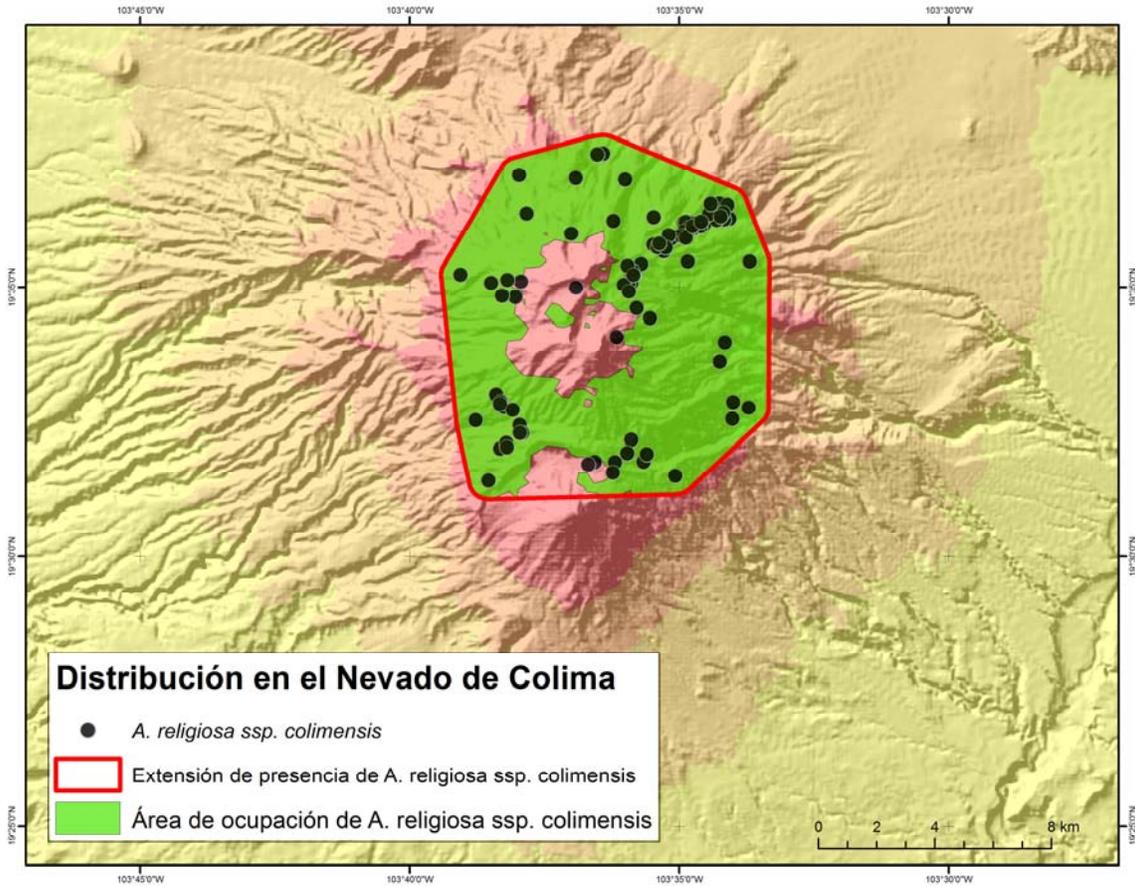
**Tabla 6. Tamaño de los polígonos de extensión de presencia y de área de ocupación de *Abies religiosa* ssp. *Colimensis*.**

Nombre del área	Extensión de presencia	Área de ocupación
Complejo de volcanes Nevado de Colima y Fuego de Colima	110.98 km <sup>2</sup>	<b>92.63 km<sup>2</sup></b>
Sierra de Manantlán: Cerros Las Capillas, El Muñeco, Alto de Son Jerónimo	22.71 km <sup>2</sup>	<b>22.71 km<sup>2</sup></b>
Sierra de Manantlán: Cerro Grande	37.71 km <sup>2</sup>	<b>34.68 km<sup>2</sup></b>
<b>Suma de todas las áreas</b>	<b>171.40 km<sup>2</sup></b>	<b>150.02 km<sup>2</sup></b>

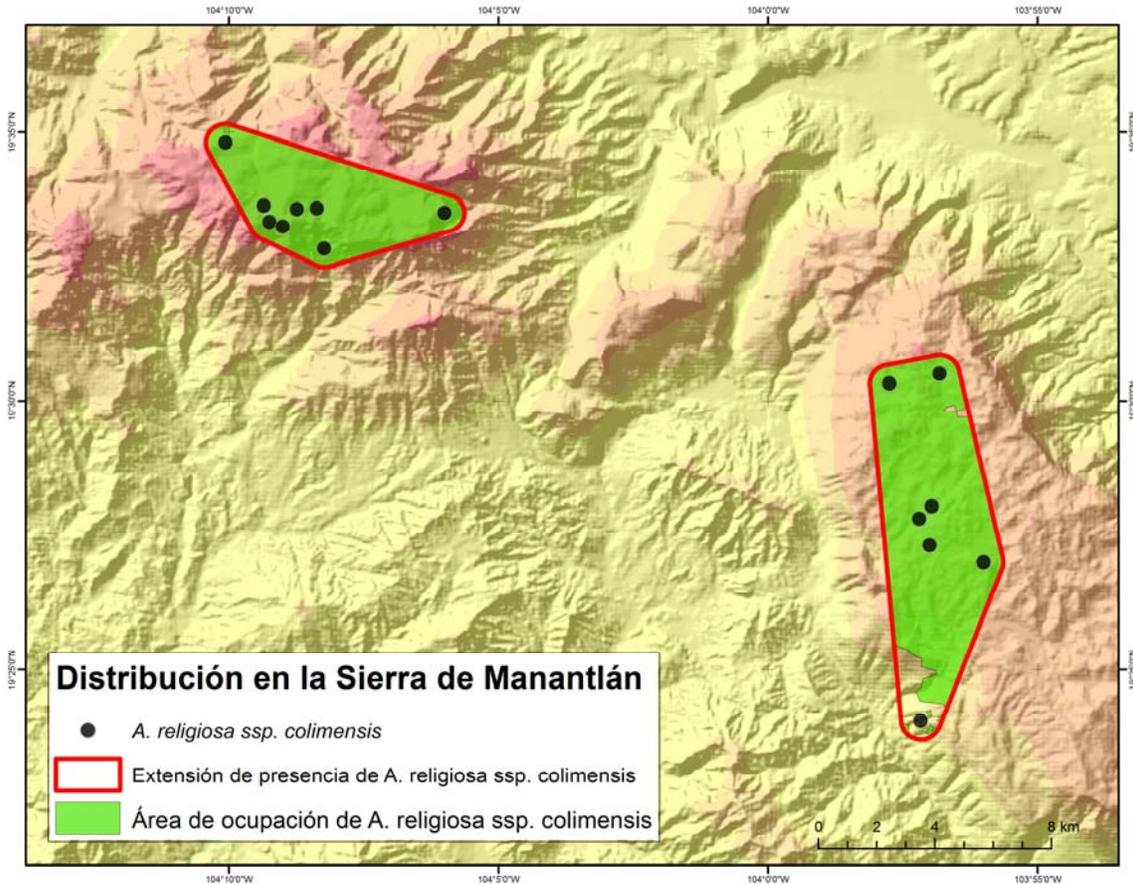
- Área de ocupación de la población de la Sierra de Manantlán (Cerro de Capillas-El Muñeco) = 22.71 km<sup>2</sup>
- Área de ocupación de la población de Cerro Grande = 34.68 km<sup>2</sup>
- Área de ocupación de la población del Nevado de Colima = 92.63 km<sup>2</sup>
- **Área de ocupación Total de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* = 150.02 km<sup>2</sup>**



**Figura 17c.** Mapa de relieve del área de distribución (área de extensión de presencia) de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el occidente de México (Jalisco y Colima). Delineados en rojo se muestran los polígonos convexos mínimos.



**Figura 18.** Mapa de relieve del área de distribución (área de extensión de presencia) de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en el Complejo Volcánico Nevado de Colima y Volcán de Fuego, en el occidente de México (Jalisco y Colima). Delineados en rojo se muestran los polígonos convexos mínimos, en verde el área aproximada de ocupación de la especie.



**Figura 19.** Mapa de relieve del área de distribución (área de extensión de presencia) de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la Sierra de Manantlán y Cerro Grande, en el occidente de México (Jalisco y Colima). Delineados en rojo se muestran los polígonos convexos mínimos, en verde el área aproximada de ocupación de la especie.

**2) Número de poblaciones** o localidades conocidas existentes (en el caso de localidades se trata de puntos (3 mm de diámetro) que pueden ser discernibles en un mapa a una escala de 1:4 000 000).

- a) 1-3 = 3
- b) 4-8 = 2
- c) 9-25 = 1
- d) Mayor o igual que 26 = 0

**Respuesta:** El número de localidades de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es de tres.  
**Puntaje = 3**

**Justificación:** Existen tres poblaciones o localidades de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*. Una es la de la parte de origen ígneo de la Sierra de Manantlán (Cerro Capillas-El

Muñeco), otra es la de la meseta calcárea del Cerro Grande (también parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán), y la tercera es la del Nevado de Colima (Mapa de Figura 3)(Figuras 17c, 18 y 19). La población de la Sierra de Manantlán (Cerro Capillas-El Muñeco) está separada de la del Cerro Grande por una falla geológica y barranca de San Pedro Toxin, que está cubierta por bosque tropical caducifolio y bosque de encino. La población del Cerro Grande está separada de la del Nevado de Colima por un gran valle, el valle de Zapotitlán y por la barranca del Río Ayuquila, que también están cubiertas por bosque tropical caducifolio, bosque de encino, bosque de pino y cultivos.



**Figura 3a.** Mapa de México escala 1:4 000 000 con la distribución de colectas de las tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la región del Complejo Volcánico Nevado de Colima y Volcán de Fuego, Sierra de Manantlán y Cerro Grande, en los estados de Jalisco y Colima.



**Figura 3b.** Mapa de occidente de México escala 1:4 000 000 con la distribución de colectas de las tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en la región del Complejo Volcánico Nevado de Colima y Volcán de Fuego, Sierra de Manantlán y Cerro Grande, en los estados de Jalisco y Colima.

**3) Número de provincias biogeográficas** (CONABIO, 1997) en las que se encuentra el taxón (o que abarcaba su distribución histórica). El mapa que debe ser utilizado para determinar las provincias biogeográficas donde se presenta un taxón es el de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1997), “Provincias biogeográficas de México”, escala 1:4 000 000, México.

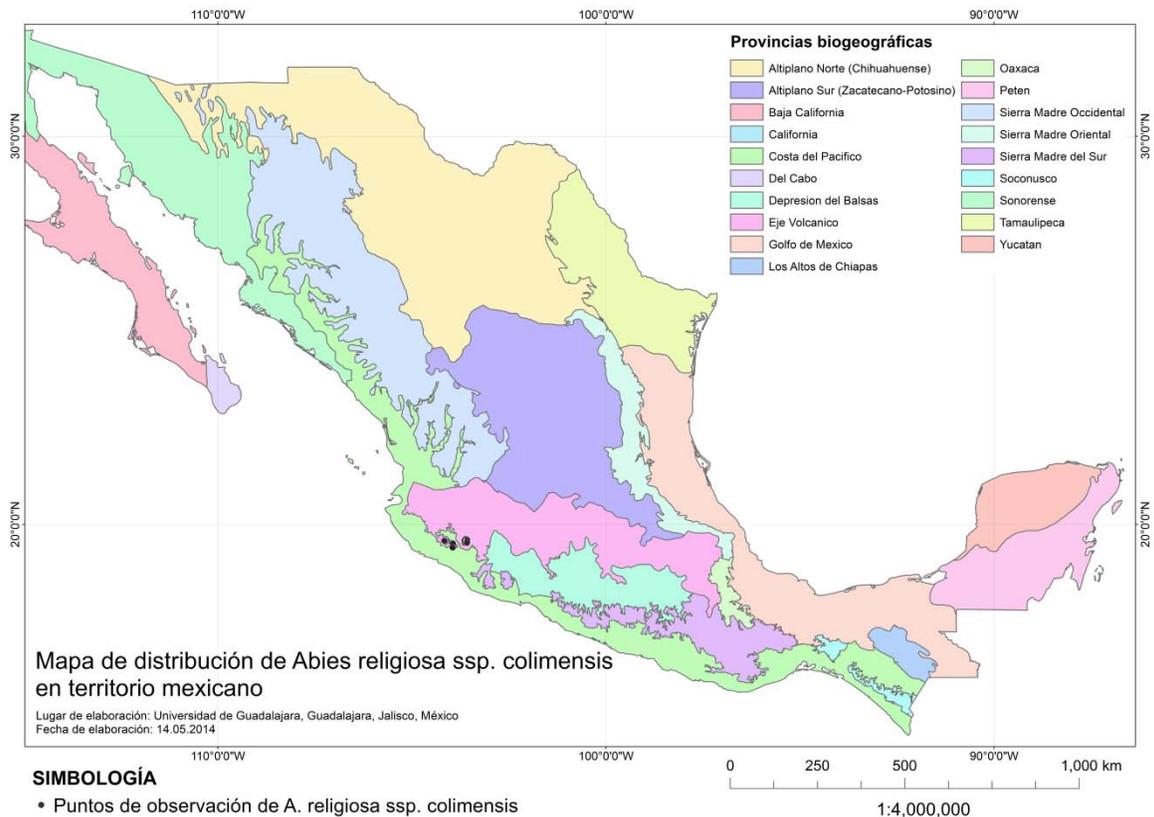
Si la especie se encuentra únicamente en el límite entre dos provincias, para fines del MER-Plantas, se le asigna el valor máximo (3). Por ejemplo, *Clowesia rosea* se distribuye entre 750 y 1420 m de altitud en la zona de contacto de la provincia de Planicie Costera del Pacífico con la Sierra Madre del Sur, dada su restricción, se le asigna el valor máximo de 3 puntos.

- a) 1 = 3
- b) 2-3 = 2
- c) 4-5 = 1

d) Mayor o igual que 6 = 0.

**Respuesta:** *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se localiza en una sola provincia biogeográfica: El Eje Volcánico. Puntaje = 3

**Justificación:** De acuerdo al mapa de “Provincias biogeográficas de México”, de la CONABIO (1997), *Abies religiosa* subsp. *colimensis* sólo se distribuye en una sola provincia biogeográfica, el Eje Volcánico, debido a que en ésta provincialización biogeográfica se considera al Nevado de Colima y a la Sierra de Manantlán como partes del Eje Volcánico (Figura 20).



**Figura 20.** Mapa de provincias biogeográficas de México (CONABIO, 1997) escala 1:4 000 000 con la distribución de colectas de las tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en una sola provincia biogeográfica, el Eje Volcánico Transversal Mexicano.

**4) Representatividad de la distribución del taxón en el Territorio Mexicano.** Se refiere a la importancia que pueden tener las poblaciones mexicanas dentro de la distribución geográfica de la especie. Por ejemplo, *Pinus attenuata* tiene más del 95% de su distribución en la costa oeste de Estados Unidos mientras que en México sólo se han reportado dos localidades en Baja California Norte. En este caso se dice que la distribución es periférica o extralimital.

a) Distribución periférica o extralimital = 1

b) Distribución no periférica o extralimital = 0

**Respuesta: Distribución no periférica o extralimital = 0**

**Justificación:** El taxón es endémico de los estados de Jalisco y Colima, no tiene distribución periférica.

**Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11 = 9/11= 0.82**

**Criterio B. Características del hábitat.**

**1) ¿En cuántos tipos de vegetación se presenta?** (sensu Rzedowski, 1978) (No deben considerarse presencias accidentales). El mapa que debe ser utilizado para determinar el o los tipos de vegetación donde se presenta un taxón es el de Vegetación Potencial de Rzedowski (1990). IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México

Si la especie se encuentra únicamente en un ecotono entre dos tipos de vegetación, para fines del MER Plantas, se le asigna el valor máximo (3). Por ejemplo, *Euphorbia colligata* crece en el ecotono entre bosque tropical subcaducifolio y bosque de pino-encino (Olson et al., 2005). Por su amplitud ecológica reducida, se asignaría un valor de 3 a esta especie.

a) 1 = 3

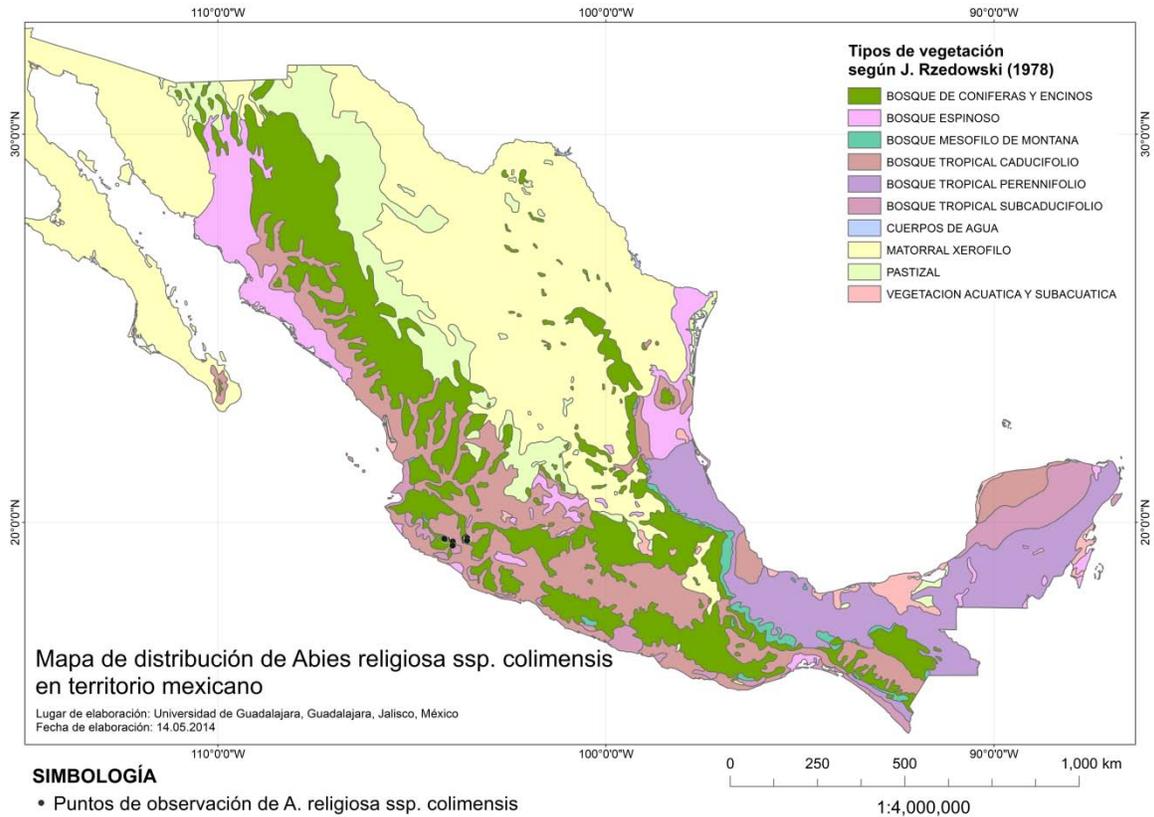
b) 2 = 2

c) 3 = 1

d) Mayor o igual que 4 = 0

**Respuesta: El taxón se distribuye en sólo dos tipos de vegetación. Puntaje = 2**

**Justificación:** De acuerdo al mapa de Vegetación Potencial de Rzedowski (1990). IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000, la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* se distribuye en solo dos tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña y bosque de coníferas y encinos (Ver mapa de Figura 21).



**Figura 21.** Mapa de Vegetación Potencial de México de Rzedowski (1990). IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II (descargado de CONABIO) escala 1:4 000 000 con la distribución de colectas de las tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en dos tipos de vegetación: bosque de coníferas y encinos (en verde) y bosque mesófilo de montaña (en azul turquesa).

**2) ¿El taxón tiene un hábitat especializado?** Se refiere a la presencia del taxón sólo en un hábitat especializado permanente (si el hábitat es especializado pero temporal ver inciso 4). Ejemplos: *Geohintonia mexicana* es una cactácea endémica del norte de México restringida a afloramientos de yeso cristalizado en

paredes casi verticales (Anderson et al., 1994). *Mammillaria luethyi* es otra cactácea endémica del norte de México y se encuentra únicamente en un afloramiento de fluoruro asociado a lajas de roca calcárea (Hinton 1996). *Polypleurum prostratum* es una Podostemaceae que sólo habita en corrientes con sustrato de rocas con silicatos cuya disolución provoca una considerable dureza total del agua (Mathew et al., 2003).

a) Sí = 1

b) No = 0

**Respuesta: El taxón se distribuye en sólo en lugares húmedos-fríos. Puntaje = 1**

**Justificación:** *Abies religiosa* subsp. *colimensis* a diferencia de *Abies flinckii* sólo habita en las partes frías (más altas que las de *Abies flinckii*) y a la vez húmedas del Nevado de Colima y Sierra de Manantlán.

**3) ¿La permanencia de la población es dependiente de un hábitat primario?** Ejemplo: *Poulsenia armata* (Moraceae) y *Psychotria* spp. (Rubiaceae) son especies arbóreas que habitan en selvas altas perennifolias y su permanencia se reduce a los remanentes de esa formación cuando la selva se tala para establecer potreros, pues dependen esencialmente del comportamiento de dispersores frugívoros del bosque original, ausentes en los potreros y en los acahuales (Guevara et al., 1994).

a) Sí = 1

b) No = 0

**Respuesta: El taxón sí es dependiente de un hábitat primario. Puntaje = 1**

**Justificación:** *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es parte esencial de la comunidad clímax o comunidad primaria del bosque de oyamel. Es una especie de lento crecimiento, y su crecimiento es inhibido por los estratos herbáceo y arbustivo que se desarrollan rápidamente cuando el bosque de oyamel es talado e incendiado. La fisonomía del *Abies religiosa* subsp. *colimensis* hace que ésta especie sea muy sensitiva al daño por incendios. Aún los incendios más superficiales y moderados pueden dañar al *Abies* y los incendios de copa pueden producir mortalidad total (Lauer 1978, Trejo 2008). Una vez talado o después de un incendio de copa en el bosque de *Abies* las condiciones ambientales y biológicas cambian de tal manera que el microclima se vuelve más seco, más extremo, más iluminado y el suelo más erosionado, lo que favorece el desarrollo de especies pioneras herbáceas y arbustivas y la colonización de otro tipo de especies arbóreas tales como las ericáceas, pinos y encinos, que son más resistentes a ambientes más expuestos y secos, lo que con el tiempo puede conducir a un reemplazo de la comunidad primaria de bosque de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* por otra comunidad de pino-encino, la cual puede auto-perpetuarse si el régimen severo de tala e incendios se mantiene y si es empeorado por el aumento de plagas como la del descortezador curculiónido *Dendroctonus* spp., impulsado por el calentamiento global.

**4) ¿La permanencia de la población requiere de regímenes de perturbación particulares o está asociada a etapas transitorias en la sucesión?** Ejemplos: Las orquídeas de los géneros *Mormodes*, *Cynoches* y *Catasetum* se establecen en troncos en descomposición y requieren de la alta iluminación producto de la

apertura de claros en un bosque cerrado. Un bosque donde la caída de árboles es infrecuente implica necesariamente poco reclutamiento (Hágsater et al., 2005). *Cypripedium irapeanum* es una orquídea restringida a etapas iniciales de la sucesión secundaria de los bosques de encinos de climas semicálidos. Su

permanencia en una localidad requiere forzosamente de un programa de manejo que incluye la remoción de la cubierta vegetal densa, pues la planta es muy escasa en el bosque maduro excepto en sitios particulares como laderas abruptas y pedregales.

a) Sí = 1

b) No = 0

**Respuesta:** La permanencia de la población sí requiere de regímenes de perturbación particulares. **Puntaje = 1**

**Justificación:** Para que las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* puedan mantenerse es necesario que sus fases de regeneración se mantengan en óptimas condiciones. Lara-González y colaboradores (2009) han reportado que el régimen de perturbación particular que requiere *Abies religiosa* para una óptima regeneración es el que tiene presencia de claros, ya que en ellos se registra un mayor número de plántulas en comparación con el sotobosque bajo el dosel. Confirmando la necesidad de un régimen de perturbación de disturbio intermedio Ángeles–Cervantes y López–Mata (2009) en un estudio bajo diferentes condiciones de regeneración postincendio concluyeron que las probabilidades de supervivencia de plántulas de *Abies religiosa* fueron mínimas después de incendios superficiales y severos y nulas en los bosques control sin incendio, y que las más altas probabilidades de supervivencia resultaron bajo la condición de incendio de copa moderado, lo que sugiere que éste régimen particular de incendios moderados es parte integral del nicho de regeneración de *A. religiosa*.

**5) Amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón.**

- a) Menor que 200 m = 3
- b) 200 m - < 500 = 2
- c) 500 m - <1000 m = 1
- d) Mayor o igual que 1000 m = 0

**Respuesta:** La amplitud del intervalo altitudinal que ocupa el taxón es mayor que 1000 m. **Puntaje = 0**

**Justificación:** El intervalo altitudinal de la especie *Abies religiosa* subsp. *colimensis* registrado con puntos de colecta de especímenes de herbario es de 1300 m aproximadamente desde 2200 msnm en el punto 12-14 km al NE de Minatitlán, 1-2 km al N de El Terrero, 19°27'19"N, 103°57'00"W, 13 Oct 1988 R. Cuevas G. & L. Guzmán H. 3349 (IEB, MEXU) hasta los 3,500 msnm, junto a las Cabañas, arriba de La Joya, 29 Jan 1983, R. Soltero Quintana 27 (IBUG).

**Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9 = 5/9 = 0.56**

**Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca.**

**C-1. Demografía.**

**1) Número total de individuos** (si no se tienen estimaciones asignar un valor de 0).

- a) Menor o igual que 500 = 3
- b) 501 – 5,000 = 2
- c) 5,001 – 50,000 = 1

d) Mayor o igual que 50,001 = 0

**Respuesta: No se tienen estimaciones del número total de individuos. Puntaje = 0**

**Justificación:** No se tienen estimaciones del número total de individuos. Sólo se tienen los resultados de medición de densidad de individuos en el trabajo de investigación de Cuevas-Guzmán et al. (2011) en cinco sitios de 0.1ha del Nevado de Colima la densidad fue de 412 individuos de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* por hectárea, mientras que en otros cinco sitios de Manantlán la densidad fue de 254 individuos/ha. Cabe recalcar que para estimar el número total de individuos las densidades no se pueden extrapolar a todas las áreas de ocupación ya que sobreestimarían la presencia de individuos en hábitats adecuados.

**2) Reclutamiento** (si no existe información, asignar un valor de 0). Se refiere al fenómeno en el que nuevos individuos se unen a la población, y muchas veces hace referencia a los individuos derivados de un proceso de reproducción sexual. Un bajo reclutamiento puede manifestarse de varias maneras. Por ejemplo, como resultado de perturbación muchas especies no presentan plántulas y la población consiste únicamente de individuos adultos. En otros casos, las plántulas pueden ser abundantes pero la alta mortalidad de las mismas impide que la población reproductiva se mantenga (como en *Quercus fusiformis* y *Q. buckleyi* en Texas según Russel y Fowler, 1999). Algunas especies desérticas muy longevas reclutan en ciclos largos y presentan cohortes separadas por edad (e.g., el saguaro, *Carnegiea gigantea*, según Pierson y Turner, 1998).

a) Hay observaciones de reclutamiento en todas las poblaciones = 0

b) Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones = 2

c) Hay observaciones de la ausencia de reclutamiento en todas las poblaciones = 4

**Respuesta: Hay observaciones de reclutamiento en algunas poblaciones. Puntaje = 2**

**Justificación:** En el muestreo que hicimos en 20 sitios de 100 m<sup>2</sup> del Nevado de Colima en octubre-noviembre de 2013 se observó que en tres de los 20 sitios hubo ausencia de reclutamiento y en otros seis sitios el reclutamiento fue bajo (<500 ind/ha).

**3) Atributos demográficos** (si no existe información, asignar un valor de 0).

**a) ¿Hay evidencia de densodependencia en la reproducción?** Ejemplo: Muchas Plantas mimetizan a las flores de otras especies sin producir néctar. Si la densidad de la población de la especie mimetizada es baja los insectos aprenden a reconocer y a evitar las flores sin néctar, dejando a la población severamente limitada en cuanto a su polinización.

Sí = 1

No = 0

**Respuesta: No hemos registrado evidencia de densodependencia en la reproducción. Puntaje = 0**

**Justificación:** No hemos registrado evidencia de densodependencia en la reproducción.

**b) ¿Hay clonalidad** (capacidad de generar nuevos individuos independientes por medio de reproducción asexual)? Algunos estudios sugieren que la clonalidad permite la permanencia de algunas especies (ej. *Stenocereus eruca*, Clark-Tapia et al. 2005).

Sí = 0

No = 1

**Respuesta: No hemos registrado evidencia de clonalidad. Puntaje = 1**

**Justificación:** No hemos registrado evidencia de clonalidad.

**c) ¿Hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país?**

Sí = 1

No = 0

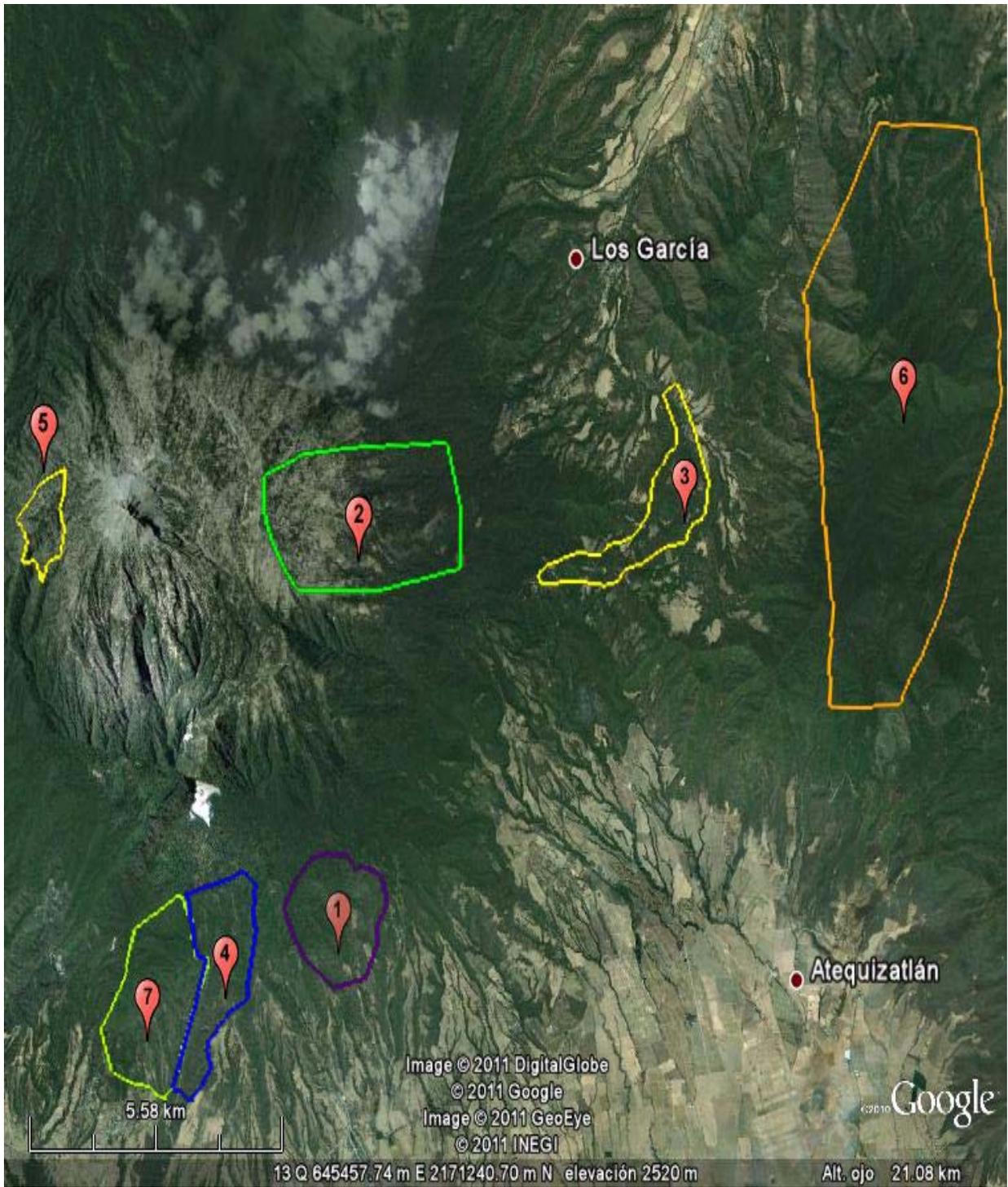
**Respuesta: Si hay evidencia de decrecimiento de las poblaciones en el país. Puntaje = 1**

**Justificación:** Existen al menos tres tipos de evidencia de decrecimiento de poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en toda su distribución: 1) la deforestación con cambio de usos de suelo de forestal a agrícola (huertas de aguacate, cultivo de papa) y ganadero, 2) el incremento de incendios forestales de gran magnitud y extensión, y 3) el incremento de plagas y enfermedades forestales como la del descortezador. La suma de éstos tres factores indudablemente ha conducido al decremento de las poblaciones:

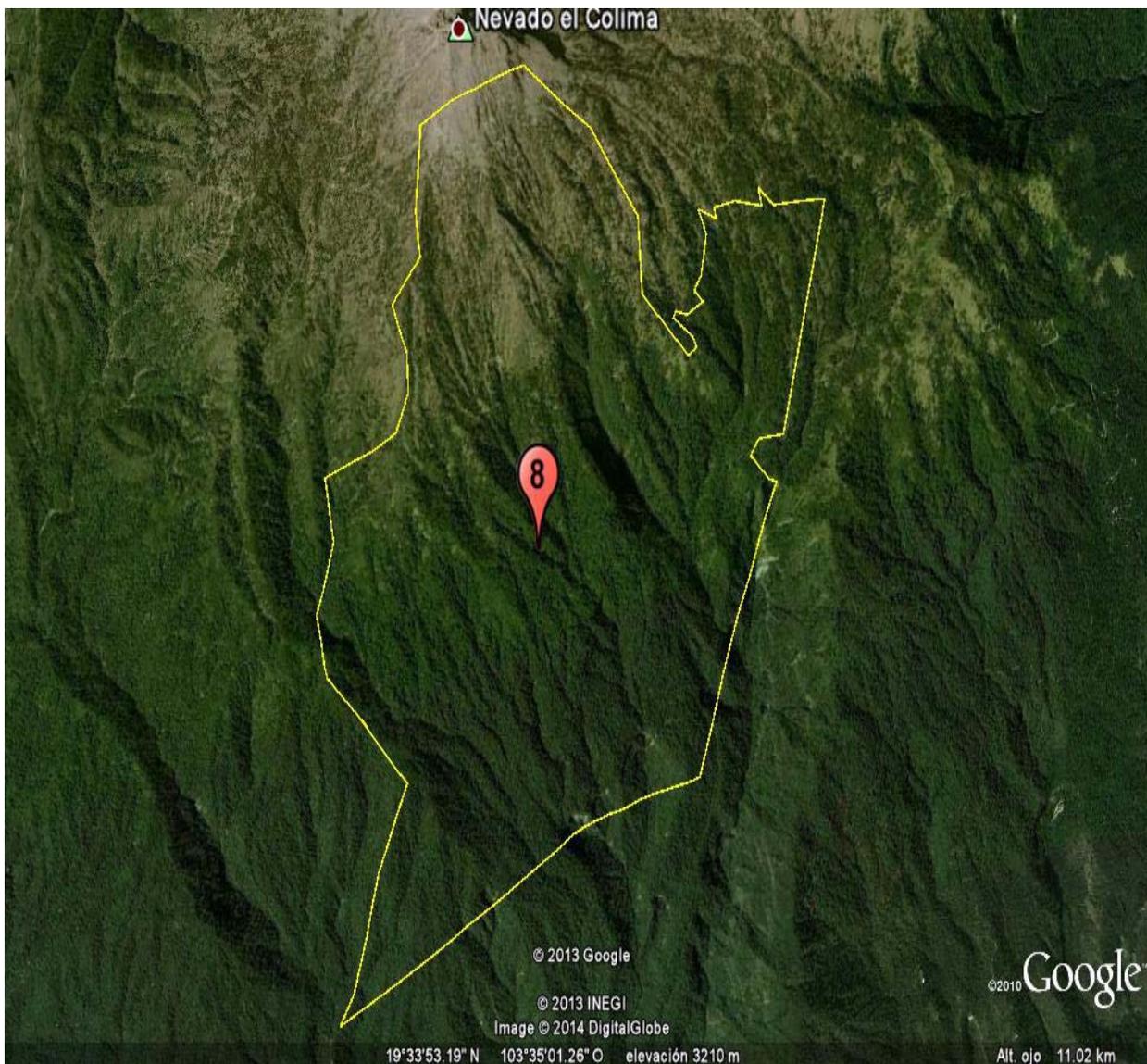
- 1) **Deforestación y cambio de uso de suelo:** A una tasa de pérdida de bosques que oscila entre el 7.8% (muy alta) y 3.4% (alta) por cada 7 años conforme al *Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación* (IRDef) (INECC 2013), se deforestaron en el Nevado de Colima del año 2000 a 2007 una superficie forestal de 6,578 hectáreas. La evidencia son las huertas de aguacate que proliferan por todo el Complejo Volcánico de Colima sin que exista una cifra oficial del establecimiento de este cultivo. Este IRDef es muy preciso y también la demanda de tierras para la continua expansión del cambio de uso del suelo ilegal con el uso del fuego a huertas de aguacate, por lo que la tendencia de pérdida forestal del Nevado de Colima al 2014 sumará seguramente otras 6,578 hectáreas lo que constituye la evidencia de decrecimiento de poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y de la aptitud forestal para el resguardo de su hábitat.
- 2) **Incremento de incendios forestales de copa severos:** los registros de incendios que lleva a cabo el personal de Parque Nacional del Nevado de Colima del año 2000 al 2013 indican que han existido ocho grandes incendios forestales que en total han deforestado parcialmente 6471 hectáreas (Tabla 6, Figuras 22 y 23). Se tiene evidencia que varios de estos incendios han sido intencionalmente provocado por motivos de cambio de uso de suelo a pastizales ganaderos y huertos de frutales.

**Tabla 6.** Principales incendios forestales de alta magnitud registrados por la administración del Parque Nacional del Nevado de Colima del año 2006 al 2013.

No	AÑO	NOMBRE	SUPERFICIE HECTÁREAS	MUNICIPIO	CAMBIO DE USO DE SUELO
1	2006	Brecha milanés km 8	350	Zapotlán el grande	Aguacatera
2	2008	pico del águila	750	San Gabriel	Ganadero
3	2009	Carretera	300	San Gabriel	Aguacatera
4	2010	Brecha los puercos	355	Tuxpan	Aguacatera
5	2011	Agua del cuervo	100	Tuxpan	Ganadero
6		Media luna	3 000	San Gabriel	Aguacatera
7		Los mazos	450	Tuxpan	Aguacatera
8	2013	Barranca Atenquique	1 166	Tuxpan	Aguacatera
		<b>TOTAL</b>	<b>6 471</b>		



**Figura 22.** Polígonos identificados de superficie incendiada entre el año 2006 y 2011 y que corresponden a establecimientos de huertas de aguacate y ganadería sobre los bosques de coníferas del Parque Nacional Nevado de Colima



**Figura 23.** Polígonos identificados de superficie incendiada y que corresponden a establecimientos de huertas de aguacate y ganadería sobre los bosques de coníferas de la Barranca de Atenquique del Parque Nacional Nevado de Colima.

- 3. Plagas y enfermedades en *Abies*:** Conforme a lo citado por Arreola-Ramos (2013) “los bosques de oyamel se han visto afectados por diversas causas, siendo los más importantes los aprovechamientos forestales, la tala clandestina, los incendios, el sobre pastoreo, la contaminación atmosférica, las plagas y enfermedades forestales, la extensión de los bosques de oyamel se estimó en 0.16% de la superficie del país en 1972 y para 1998 la SEMARNAP registro una extensión menor al 0.1% en México. Durante las últimas décadas los bosques de oyamel del centro del país han registrado afectaciones de ambos tipos, tanto ambientales como biológicas, mismas que han incidido sobre las masas forestales en distintos puntos de México. Las principales afectaciones son la llamada “declinación del oyamel” y la conocida

como “muerte descendente”. La declinación del oyamel, como todas las declinaciones forestales es la acumulación de varias enfermedades que manifiestan menguo en la salud y vigor de estos árboles, la cual ocurre a nivel de grupo. Los síntomas más evidentes de la declinación del oyamel son la pérdida de ramas, poca retención de acículas y punteado blanquecino en el haz de éstas; además, cuando las lesiones se extienden hasta unirse, se tornan café rojizas y el tejido muere. En tales observaciones se determinó que el rango de retención de follaje de un árbol en declinación es de cuatro a seis años. Existen diferentes factores que actúan en las etapas de declinación del oyamel, siendo fundamental la sobre maduración del arbolado, la contaminación atmosférica y el cambio climático. Estos factores mantienen en condición vulnerable al bosque para ser atacados por plagas de insectos descortezadores como *Scolytus mundus* Wood y *Pseudohylesinus variegatus*, a los cuales se asocian organismos como hongos pudridores de la madera (*Fomitopsis pinicola*) y causantes de canchales (*Nectria* sp).

**d) ¿Hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad?** En algunas especies los individuos reproductivos muy grandes contribuyen desproporcionadamente a la fecundidad de la población.

Sí = 1

No = 0

**Respuesta: No hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad. Puntaje = 0**

**Justificación:** No hay evidencia de una varianza muy grande en la fecundidad.

**e) ¿El taxón es dioico, los individuos son dicógamos o autoincompatibles?**

Sí = 1

No = 0

**Respuesta: No es dioico, no hay evidencia de dicogamia, ni de autoincompatibilidad. Puntaje = 0**

**Justificación:** No es dioico, no hay evidencia de dicogamia ni de autoincompatibilidad.

**f) ¿La floración es sincrónica o gregaria?**

Sí = 1

No = 0

**Respuesta: La floración es sincrónica. Puntaje = 1**

**Justificación:** La maduración de estructuras florales de conos masculinos y femeninos en *Abies religiosa* es sincrónica de marzo a mayo (Cornejo-Tenorio e Ibarra-Manríquez 2007). La maduración y dispersión de polen en *Abies* es sincrónica (gregaria) en primavera (abril a mayo generalmente) (Arista y Talavera 1994).

**g) ¿El taxón produce pocos propágulos** (en comparación con otros miembros de su linaje)?

Sí = 1

No = 0

**Respuesta: El taxón no produce pocos propágulos. Puntaje = 0**

**Justificación:** La abundante presencia de regeneración se puede explicar por la alta germinación de semillas y su establecimiento de plántulas, esto conforme a lo que se refiere en la ficha técnica de la CONAFOR-CONABIO (2013), para las especificaciones de semilla de *Abies religiosa* que podemos usar para una aproximación en *Abies religiosa* subsp. *colimensis* un kilo de semilla contiene 26,599 semillas a una tasa de germinación sin tratamiento del 45 al 49%. Ahora bien un sólo árbol maduro puede dar hasta 5 kilos de semilla, entonces en cuanto a plántulas se refiere si es abundante su presencia, que se refleja en sitios con poblaciones de juveniles en franco proceso de recuperación por la sobre explotación maderera.

## **C-2. Genética (donde no existe información asignar un valor de 0).**

Para asignar valores en esta sección, se deberá evaluar los criterios 1 y 2 cuando se cuente con información molecular, de lo contrario evaluar los criterios 3 y 4 que son estimaciones indirectas.

**1) Variación molecular (heterocigosis).** Se refiere a la cantidad de variación genética detectada usando indicadores de diversidad genética o heterocigosidad. Su nivel depende del marcador utilizado. Por ejemplo, para isoenzimas se considera baja variación una heterocigosidad esperada menor de 10% mientras que para microsatélites de cloroplasto en coníferas una diversidad haplotípica menor a 20% se considera un valor bajo. Si se tienen los datos de otros marcadores se recomienda usar estimados comparables en taxa cercanos para evaluar si la variación es baja. Los valores aquí expresados como bajo y alto son guías que ayudan a tomar una decisión y no deben de considerarse valores generales (véase la revisión en Esparza-Olguín, 2004).

**a) Baja (= 10%) = 1**

**b) Alta (> 10%) = 0**

**Respuesta: La variación molecular de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es extremadamente baja He isoenzimática promedio =0.020 = 2%. Puntaje = 1**

**Justificación:** La diversidad genética o heterocigosidad de dos poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, junto con otras 33 poblaciones de cuatro especies de *Abies* en México y Guatemala, fue determinada con un análisis de marcadores isoenzimáticos por Aguirre-Planter et al. (2000). La población de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* del Nevado de Colima (Jalisco, "R22" Aguirre-Planter et al. 2000, 19°35'00"N, 103°35'0.01"W, 3330 msnm) resultó tener una heterocigosidad esperada **extremadamente baja He= 0.008 (0.006 error estándar)** y la población de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* de la Sierra de Manantlán (Cerro Grande, Jalisco-Colima, "R21" Aguirre-Planter et al. 2000, 19°27'00"N,

103°56'0.01"W, 2500 msnm) también resultó en una heterocigosidad **muy baja**  $He = 0.032$  (0.024 error estándar). El promedio de las dos poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* fue también muy bajo  $He = 0.020 = 2\%$ . Cabe recalcar que éstos valores de diversidad genética de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* son extremadamente bajos por lo que es imprescindible que esta especie sea catalogada en la categoría de en peligro de extinción, ya que esta degradación o erosión genética la hace muy vulnerable a factores tales como el cambio climático, plagas, enfermedades, incendios y tala. El promedio de  $He$  de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*  $He = 0.02$  (2 %) resultó mucho menor al promedio de todas las poblaciones de *Abies religiosa* que fue de  $He = 0.108 = 10.8\%$ , e incluso menor al promedio de la de *Abies guatemalensis*, la otra especie con menor diversidad genética que tuvo un valor  $He = 0.069 = 6.9\%$ . **Lo que indica que las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* padecen de la menor diversidad genética isoenzimática de las especies estudiadas de *Abies* en Mesoamérica.**

**2) Estructura genética molecular** ( $F_{st}$ ,  $G_{st}$ , proporción de la variación genética encontrada entre poblaciones). Este estimador es menos sensible al marcador utilizado y en este caso se consideran niveles bajos a aquellos por debajo de 20%. Se recomienda comparar los valores con especies cercanas. Los valores aquí expresados como bajo y alto son guías que ayudan a tomar una decisión y no deben de considerarse valores generales (si sólo existe una población asignar un valor de 1).

a) Baja ( $= 20\%$ ) = 0

b) Alta ( $> 20\%$ ) = 1

**Respuesta: Estructura genética molecular ( $F_{st}$ ) $\theta$  de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es alta ( $F_{st} = \theta = 0.250 = 25\%$ ) Puntaje = 1**

**Justificación:** La diferenciación genética de 11 poblaciones de *Abies religiosa*, que incluyeron dos poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, junto con otras 22 poblaciones de otras tres especies de *Abies* en México y Guatemala, fue determinada con un análisis de marcadores isoenzimáticos por Aguirre-Planter et al. (2000). Las poblaciones de *Abies religiosa* (incluyendo a las de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*) en general tuvieron un alto grado de diferenciación genética entre ellas, con un **alto índice  $F_{st} = \theta = 0.250$  (0.054 de desviación estándar) = 25%**. Este grado de diferenciación genética fue mayor al de otras dos especies de *Abies* de Mesoamérica, ya que *Abies guatemalensis* tuvo una  $F_{st} = \theta = 0.122$  (12 %) y *Abies hickelii* una  $F_{st} = \theta = 0.073$  (12 %).

**3) Cantidad de variación genética** (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no se cuente con información genética molecular se puede estimar la cantidad de variación genética evaluando la variación en caracteres morfológicos, susceptibilidad a patógenos, etc. Por ejemplo, el agave tequilero sufrió varias enfermedades que resultaron en una baja de la producción. Esto es evidencia de un bajo nivel de variación genética que en el caso de agave está apoyado por su propagación clonal así como estudios moleculares.

a) Baja = 1

b) Alta = 0

**Respuesta:** La variación molecular de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es extremadamente baja  $H_e$  isoenzimática promedio = 0.020 = 2%. Puntaje = 1

**Justificación:** Las tres poblaciones conocidas de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* están muy aisladas geográficamente entre sí y aisladas de otras poblaciones de *Abies religiosa*, por lo que es de esperarse que su variación genética intrapoblacional sea baja, como se confirmó por los estudios moleculares de Aguirre-Planter et al. (2000). Las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* al ser de alta montaña están aisladas por valles y barrancas de altitud más baja que no reúnen las condiciones climáticas y hábitats apropiadas para la especie, están aisladas por una matriz de bosques de pino, encino, bosque tropicales caducifolios, cultivos y pastizales. Por lo que no hay flujo genético entre ellas y su diversidad genética se deteriora por deriva genética y falta de flujo génico externo.

**4) Nivel de diferenciación entre poblaciones** (estimada indirectamente mediante otros caracteres). Cuando no haya estimadores de diferenciación genética, se puede usar el grado de diferenciación fenotípica (morfológica, fisiológica, de susceptibilidad a patógenos, etc.). También se ha encontrado en Plantas una relación entre la tasa de entrecruzamiento y el grado de diferenciación poblacional, de tal forma que si la especie preferentemente se autofecunda, probablemente tenga una alta diferenciación y viceversa (si sólo existe una población asignar un valor de 1).

a) Baja = 0

b) Alta = 1

**Respuesta** Nivel de diferenciación entre poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es alto ( $F_{st} = \theta = 0.250 = 25\%$ ) Puntaje = 1

**Justificación:** La diferenciación genética de las tres poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es alta de acuerdo al estudio genético molecular de Aguirre-Planter et al. (2000). Otros indicios de su diferenciación genética alta es que la especie puede autofecundarse al ser monoica y su polen ser dispersado por viento. Otro indicio de alta estructura genética es el aislamiento geográfico entre sus tres poblaciones al estar aisladas por ecosistemas no aptos para su presencia, por bosque tropicales de pino-encino y por cultivos y pastizales.

**C-3. Interacciones bióticas especializadas. ¿Se ha observado (o inferido) la presencia de las siguientes interacciones bióticas en el taxón? (si no existe información, asignar un valor de 0).**

1) ¿El taxón requiere una “nodriza” para su establecimiento?

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta:** El taxón no requiere una “nodriza” para su establecimiento. Puntaje = 0

**Justificación:** El taxón no requiere una “nodriza” para su establecimiento, aunque prefiere suelos profundos húmedos que son generados por otras especies con su hojarasca principalmente.

**2) ¿El taxón requiere un hospedero o forofito específico** (en el caso de holoparásitas o hemiparásitas y epífitas o hemiepífitas, respectivamente)? Ejemplo: *Laelia speciosa* es una orquídea que se ha reportado como epífita sobre encinos (*Quercus deserticola*, *Q. laeta*), algunas otras Plantas como *Opuntia* y *Yucca*, e incluso creciendo sobre rocas. Sin embargo, estudios cuantitativos en una localidad de Michoacán (donde existen los otros sustratos) indican que prácticamente 100% de varios miles de individuos registrados en una hectárea crecían sobre *Quercus deserticola* y que el 96% de ellos germinaba directamente sobre líquenes del género *Parmelia*. Estos datos sugieren que *Quercus deserticola* y *Parmelia* constituyen el forofito específico de *Laelia speciosa* y que los otros sustratos son más bien accidentales (Hernández, 1997).

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: El taxón no requiere un hospedero o forofito específico. Puntaje = 0**

**Justificación:** El taxón no requiere un hospedero o forofito específico.

**3) ¿El taxón requiere un polinizador específico?** Ejemplo: Las orquídeas del género *Stanhopea* son polinizadas por abejas macho de la tribu Euglossini que recolectan fragancias florales. *Stanhopea hernandezii* es polinizada exclusivamente por machos de la especie *Eufriesia coerulescens* y nunca se ha observado a ningún otro polinizador, en un periodo de muchos días de observaciones. Evidentemente la reproducción de *Stanhopea hernandezii* se vería interrumpida si desapareciera su polinizador (Soto Arenas, 2003).

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: El taxón no requiere un polinizador específico. Puntaje = 0**

**Justificación:** El taxón se poliniza por viento.

**4) ¿El taxón tiene un dispersor específico?**

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: El taxón no tiene un dispersor específico. Puntaje = 0**

**Justificación:** El taxón es dispersado por viento principalmente.

**5) ¿El taxón presenta mirmecofilia obligada?** Ejemplo: La orquídea *Coryanthes picturata* vive exclusivamente en los nidos arbóreos de varios géneros de hormigas y al

parecer es dependiente de las condiciones fisicoquímicas del hormiguero y la protección continua de las hormigas para prosperar (Hágsater et al., 2005).

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: El taxón no presenta mirmecofilia obligada. Puntaje = 0**

**Justificación:** El taxón no presenta mirmecofilia obligada.

**6) ¿El taxón presenta dependencia estricta de la micorriza?** Ejemplo: Las Plantas de varios géneros de orquídeas son micoheterótrofas estrictas, careciendo de la función fotosintética y dependiendo completamente para su nutrición de sus hongos simbioses (Hágsater et al., 2005).

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: No contamos con información suficiente al respecto. Puntaje = 0**

**Justificación:** No contamos con información suficiente al respecto.

**7) ¿El taxón sufre una afectación importante por depredadores, patógenos (incluyendo competencia muy intensa con especies alóctonas o invasoras)?**

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: El taxón sí sufre una afectación importante por depredadores y patógenos. Puntaje = 1**

**Justificación:** Plagas y enfermedades en *Abies*: Conforme a lo citado por Arreola-Ramos (2013) “los bosques templados, especialmente los de oyamel se han visto afectados por diversas causas, siendo los más importantes los aprovechamientos forestales, la tala clandestina, los incendios, el sobre pastoreo, la contaminación atmosférica, las plagas y enfermedades forestales, la extensión de los bosques de oyamel se estimó en 0.16% de la superficie del país en 1972 y para 1998 la SEMARNAP registro una extensión menor al 0.1% en México.” “Durante las últimas décadas los bosques de oyamel del centro del país han registrado afectaciones de ambos tipos, tanto ambientales como biológicas, mismas que han incidido sobre las masas forestales en distintos puntos de México. Las principales afectaciones son la llamada “*declinación del oyamel*” y la conocida como “*muerte descendente*””. “La declinación del oyamel, como todas las declinaciones forestales es la acumulación de varias enfermedades que manifiestan menguo en la salud y vigor de estos árboles, la cual ocurre a nivel de grupo”. “Los síntomas más evidentes de la declinación del oyamel son la pérdida de ramas, poca retención de acículas y punteado blanquecino en el haz de éstas; además, cuando las lesiones se extienden hasta unirse, se tornan café rojizas y el tejido muere. En tales observaciones se determinó que el rango de retención de follaje de un árbol en declinación es de cuatro a seis años.” “Existen diferentes factores que actúan en las etapas de declinación del oyamel, siendo fundamental la sobre maduración del arbolado,

la contaminación atmosférica y el cambio climático. **Estos factores mantienen en condición vulnerable al bosque de oyamel para ser atacados por plagas de insectos descortezadores como *Scolytus mundus* Wood y *Pseudohylesinus variegatus***, a los cuales se asocian organismos como **hongos pudridores de la madera (*Fomitopsis pinicola*) y causantes de canchales (*Nectria* sp.)**, que en conjunto se les clasifica como “factores de contribución”. “La muerte descendente del oyamel es considerada la principal afectación causada por el descortezador *S. mundus*, al cual se asocian organismos como los **hongos que originan la pudrición de raíz (*Heterobasidion annosus* y *P. variegatus*)**, considerados depredadores secundarios. Esta afectación puede ocurrir en árboles individuales o en grupos y puede ser reconocida por el debilitamiento, enrojecimiento y muerte tisular de la parte más alta del árbol hacia la base.”

**Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23 = 10/23= 0.43**

## **II. INDICE DE IMPACTO ANTROPOGENICO**

### **Criterio D. Impacto de la actividad humana**

**1) ¿Cómo afecta al taxón la alteración antrópica del hábitat?** Ejemplo: Muchas especies, incluso algunas ubicadas en alguna categoría de riesgo, incrementan sus números poblacionales con la alteración de su hábitat que resulta de las actividades humanas. *Cecropia obtusifolia* es un árbol pionero que coloniza claros de gran tamaño en la selva alta perennifolia. Sin embargo, es aún más abundante en la vegetación secundaria de la selva en acahuales y orilla de caminos. Al menos en ciertas áreas, el árbol es actualmente más abundante que en el pasado.

a) Es beneficiado por el disturbio = -1

b) No le afecta o no se sabe = 0

c) Es perjudicado por el disturbio = 1

**Respuesta: El taxón es perjudicado por el disturbio. Puntaje = 1**

**Justificación:** *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es una especie perjudicada por el disturbio forestal (tala, incendios, cambio climático) ya que es el elemento dominante de las comunidades clímax o primarias donde se presenta. Esta especie es considerada como sensible al fuego, sus individuos no resisten un incendio de copa, el cual puede causar mortalidad total de los individuos de *Abies*, como fue visto en un incendio 1998 que arrasó mil hectáreas de bosque de *Abies religiosa* (Trejo 2008). En el Nevado de Colima desde el año 2006 al 2013 ha habido ocho incendios de gran magnitud que ha causado alta mortalidad en la población de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* (Villa-Castillo 2013) (Figuras 24 y 25). *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es de relativamente lento crecimiento, tolerante a la sombra, por lo que no se beneficia de la apertura de claros por la deforestación.



**Figura 24.** Efecto de mortalidad en árboles de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* por el incendio de 2013 en el Nevado de Colima, a pocos kilómetros del campamento La Joya.



**Figura 25.** Efecto de mortalidad en árboles de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* por el incendio de copa de 2013 en el Nevado de Colima, a pocos kilómetros del campamento La Joya.

**2) ¿Cuál es el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón (impacto =fragmentación, modificación, destrucción, urbanización, pastoreo o contaminación del hábitat y se refiere tanto a la intensidad como a la extensión)?**

Ejemplo: *Carpinus caroliniana* es un árbol abundante en algunos bosques mesófilos de montaña. La apertura de caminos y aclaramiento del bosque en zonas de barrancas parece afectar al crear condiciones más secas y expuestas que las preferidas por esta especie. Por otro lado, hay observaciones que sugieren que esta especie es favorecida por el aclaramiento de algunos bosques por extracción selectiva madera si la perturbación no ha sido muy intensa. Esta misma especie además parece tener buen reclutamiento y sus

poblaciones son estables en zonas con asentamientos humanos de muchos años, como las barrancas de Mexicapa, Morelos. Todo parece indicar que en esta especie el disturbio humano afecta negativamente algunas poblaciones, beneficia a otras y no parece afectar a otras más, dependiendo de la intensidad de la perturbación. Otras especies son afectadas negativamente por el disturbio derivado de las actividades humanas. El aclaramiento de la selva mediana perennifolia en las laderas del cerro Teotepec, Guerrero y el Volcán Tacaná, Chiapas para el establecimiento de cafetales ha modificado la estructura del dosel y algunas especies ombrófilas y con altos requerimientos de humedad atmosférica, muy sensibles a los cambios ambientales, muestran un claro decremento en sus poblaciones. Tal es el caso de *Kefersteinia tinschertiana*,

una orquídea sin pseudobulbos con hojas delgadas y delicadas que se queman al estar expuestas al sol directo.

- a) El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes = 4
- b) El impacto es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto significativo en ninguna población = 0

**Respuesta: El hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes. Puntaje = 4**

**Justificación:** El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático a través de la investigación ambiental aplicada a la toma de decisiones públicas desarrolló el Índice de Riesgo de Deforestación 20 Uno de sus objetivos es identificar y cuantificar la influencia de variables económicas sobre el cambio voluntario a los usos del suelo, de bosques y selvas hacia usos agropecuarios o urbanos, es decir, la deforestación realizada por razones económicas. Lo que resultó es un vector de características que pueden ser resumidas en un índice, geográficamente explícito, al que se le denomina *Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación (IRDef)* (INECC 2013). EL IRDef para los bosques de coníferas del Nevado de Colima indicó una deforestación de vastas áreas a una tasa promedio de 7.8% muy alto y 3.4% alto, principalmente por incendios de copa provocados (Figuras 24, 25, 26 y 27) para conversión a cultivos de aguacate y ganadería extensiva (Figura 28), y

por tala ilegal (Figuras 29 y 30), tendencias con tasas altas de deforestación que se mantienen sobre la presencia de los bosques presentes y si no se toman medidas correctivas, sobre lo que quede de los bosques futuros.

Estas altas tasas de deforestación registradas en el Nevado de Colima aunadas a la extremadamente baja diversidad genética de las poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* (Aguirre-Planter et al. 2000), nos indican que éstas poblaciones no son viables ya que esta baja variación genética las expone desaparecer ante cualquier daño por plagas, incendios, tala o cambio climático, por no tener capacidad de respuesta adaptativa en sus escasos alelos genéticos. *Abies religiosa* subsp. *colimensis* es la especie del género *Abies* con menor diversidad genética que todas las especies de Mesoamérica, y por lo tanto una de las especies arbóreas más amenazadas de Mesoamérica.



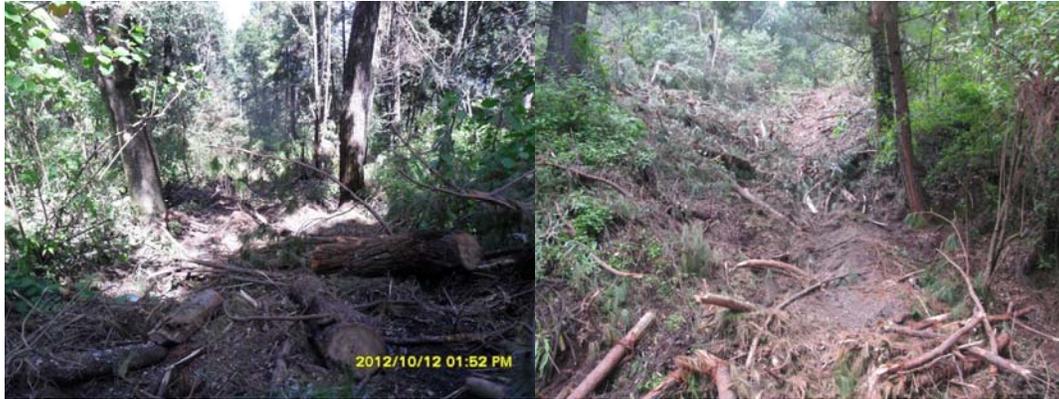
**Figura 26.** Incendio provocado al interior del Parque Nacional Nevado de Colima por ganaderos del rancho El Izote, municipio de San Gabriel, Jalisco, el 02 de junio del 2008. Superficie afectada 700 hectáreas.



**Figura 27.** Incendio provocado al interior del Parque Nacional Nevado de Colima por ganaderos del rancho El Izote, municipio de San Gabriel, Jalisco, el 02 de junio del 2008. Superficie afectada 700 hectáreas



**Figura 28.** Ganado bovino extensivo de ganaderos ilegales de las rancherías vecinas al Nevado de Colima que ingresa al área del Parque Nacional del Nevado de Colima y a la del Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima, facilitado por incendios provocados y que afecta la regeneración del bosque donde no hubo incendios.



**Figura 29.** Tala “legal” dentro del Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima, ejido Huescalapa, municipio de Tuxpan, Jalisco, con permiso SEMARNAT SGPARN.014.02.01.333/12 sobre 156.68 hectáreas con un volumen total de 5,429 m<sup>3</sup> de los cuales 2,478 m<sup>3</sup> es para *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en solo 10 años del 08 de agosto de 2012 al 31 de julio de 2022.



**Figura 30.** Tala “legal” dentro del Parque Estatal Bosques Mesófilos del Nevado de Colima, ejido Huescalapa, municipio de Tuxpan, Jalisco, con permiso SEMARNAT SGPARN.014.02.01.333/12 sobre 156.68 hectáreas con un volumen total de 5,429 m<sup>3</sup> de los cuales 2,478 m<sup>3</sup> es para *Abies religiosa* subsp. *colimensis* en solo 10 años del 08 de agosto de 2012 al 31 de julio de 2022.

**3) ¿Existe evidencia (mediciones, modelos o predicciones) que indique un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales (e.g., sensibilidad a cambio climático) o se prevé un cambio drástico en el uso del suelo?**

a) No = 0

b) Sí = 1

**Respuesta: Sí existen evidencias (mediciones, modelos o predicciones) que indiquen un deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambios globales. Puntaje = 1**

**Justificación:** Debido al alto grado de fragmentación estos bosques son más vulnerables al calentamiento global actual (IPCC 1996), ya que su grado de aislamiento en las partes altas de las montañas no les permiten migrar horizontalmente ni verticalmente ante el calentamiento global tan acelerado, por lo que se encuentran estos bosques atrapados en un callejón climático sin salida. Adicionalmente los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* requieren alto grado de humedad atmosférica y en sus suelos, éste es dado por la frecuente condensación de nubes o niebla a la altitud en la que se encuentran, sin embargo, existen indicios que la nubosidad está migrando hacia altitudes mayores (Pound et al. 1999, Foster 2011), lo que afecta notablemente la cantidad de humedad disponible para estos bosques. También ya se ha documentado que éstos cambios de clima ejercen mayores presiones de extinción local y de migración de especies y comunidades hacia partes más altas y las cimas y crestas de la montaña, sin embargo las partes altas de montaña son de una menor superficie disponible, por lo que irremediamente muchos de los inmigrantes de partes altas no encontrarán un hábitat suficiente para su supervivencia (Foster 2001). Adicionalmente se sabe que en las montañas el clima cambia más rápidamente (cerca de 1°C por 160 m) que el cambio latitudinal (cerca de 1°C por 150 km; IPCC 1996), por lo tanto con el calentamiento global se esperan cambios rápidos en los bosques de montaña para los que los bosques de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* no están preparados por su baja diversidad genética.

Adicionalmente tomando en cuenta índices de deforestación a una tasa de pérdida que oscila entre el 7.8% (muy alta) y 3.4% (alta) por cada 7 años, conforme al *Índice de Presión Económica (Riesgo) de Deforestación (IRDef)* (INECC 2013), se deforestaron en el Nevado de Colima del año 2000 a 2007 una superficie forestal de 6,578 hectáreas. La evidencia son las huertas de aguacate que proliferan por todo el Complejo Volcánico de Colima sin que exista una cifra oficial del establecimiento de este cultivo. Este IRDef es muy preciso y también la demanda de tierras para la continua expansión del cambio de uso del suelo ilegal con el uso del fuego a huertas de aguacate, por lo que la tendencia de pérdida forestal del Nevado de Colima al 2014 sumará seguramente otras 6,578 hectáreas lo que constituye la evidencia de decrecimiento de la aptitud forestal para el resguardo del hábitat de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

El estudio de Gómez-Díaz (2008) “Generación de Escenarios de Cambio Climático a Escala Regional, al 2030 y 2050; Evaluación de la Vulnerabilidad y Opciones de Adaptación...del Sector Forestal, Ante los Impactos de la Variabilidad y el Cambio Climático”<sup>21</sup> elaborado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y la

Universidad Autónoma de Chapingo cuyo objetivo consiste en estimar la distribución potencial actual de algunas especies representativas de los ecosistemas del país y sus posibles escenarios sobre condiciones de cambio climático elaboraron entre otros modelos la “Matriz de Adaptabilidad de Especies Forestales” para el caso de los *Abies religiosa* se contempla el escenario siguiente (Figuras 30,31 y 32):

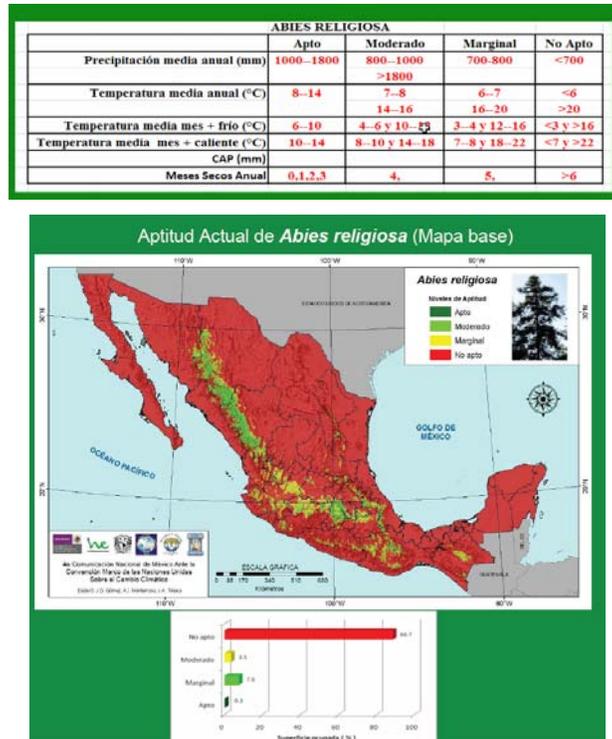
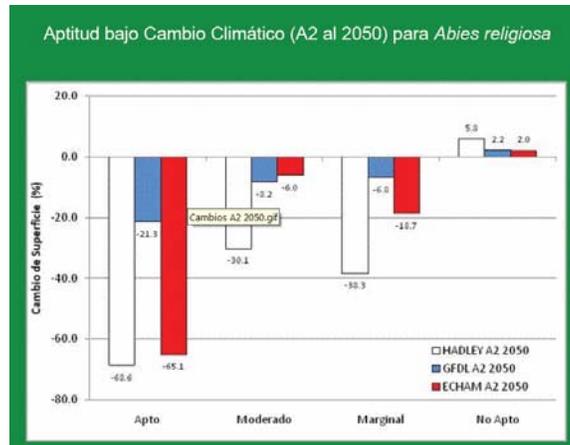


Figura 30. Resultados de aptitud actual de *Abies religiosa* (mapa base).



Figura 31. Resultados de aptitud de *Abies religiosa* ante escenarios de cambio climático global.



**Figura 32.** Resultados de aptitud de *Abies religiosa* ante tres escenarios de cambio climático global para el año 2050.

En conclusión por deterioro en la calidad o extensión del hábitat como efecto de cambio climático global se prevé un cambio drástico en el uso del suelo apto para los *Abies* mexicanos de -21.3 hasta -68.6% para el año 2050 con los tres escenarios mencionados.

**4) ¿Cuál es el impacto del uso sobre el taxón?** Se refiere tanto a la intensidad como a la extensión; el uso puede implicar la extracción, la cosecha de propágulos o la remoción de parte de la biomasa de un individuo. El uso por la población humana de ciertas especies es un factor de riesgo que puede llevarlas a la extinción, pero hay muy distintas intensidades de uso. El impacto de uso puede ser observado en el decremento o remoción de algunas poblaciones o en la disminución del vigor de los individuos, que podría tener efectos

negativos en su fecundidad, dependiendo de la forma de extracción. La gran mayoría de las Plantas no son usadas en absoluto por los humanos, por lo que el impacto del uso es inexistente. Las hojas de *Litsea glaucescens*, el laurel mexicano, son recolectadas en ciertas cantidades de las poblaciones silvestres para satisfacer la demanda nacional, pero es un arbusto o árbol abundante en muchas comunidades y no se ha observado un decremento de las poblaciones y en general los arbustos no muestran signos graves de deterioro por la cosecha de las hojas.

- a) El impacto de uso implica la remoción de las poblaciones = 4
- b) El impacto de uso es fuerte y afecta a todas las poblaciones = 3
- c) El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones = 2
- d) El impacto de uso es moderado y sólo afecta algunas poblaciones = 1
- e) No hay impacto de uso significativo en ninguna población = 0

**Respuesta: El impacto de uso es fuerte en algunas o moderado en todas las poblaciones. Puntaje = 2**

**Justificación:** Como evidencia se muestra el siguiente ejemplo del expediente titulado: “Dictamen Jurídico Ambiental del Caso Nevado de Colima-Ejido Huescalapa para el

Aprovechamiento Maderable” (Instituto de Derecho Ambiental A.C. 2013) se menciona lo siguiente:

“

El mismo ejido y tras preceder un proceso de aprovechamiento maderable, solicitó en 2011 una autorización para continuar aprovechando los recursos forestales y mediante Oficio: SGPARN.014.02.01.333/12, le es extendida una nueva autorización para la explotación de 156.68 hectáreas que representan un volumen de 5,429 (cinco mil cuatrocientos veintinueve) m<sup>3</sup> de madera de los cuales se permite la explotación de las siguientes especies maderables *Abies religiosa* u oyamel (2478 m<sup>3</sup>), *Buddleia parviflora* (13 m<sup>3</sup>), *Clethra rosei* (21 m<sup>3</sup>), *Clethra lanata* (4 m<sup>3</sup>), *Pinus douglasiana* (693 m<sup>3</sup>), *Pinus pseudostrabus* (1136 m<sup>3</sup>), *Quercus candicans* (196 m<sup>3</sup>), *Quercus castanea* (683 m<sup>3</sup>), *Quercus conspersa* (101 m<sup>3</sup>), *Quercus magnoliafolia* (35 m<sup>3</sup>), *Quercus obtusata* (69 m<sup>3</sup>), *Arbutus xalapensis* (1 m<sup>3</sup>) en 10 anualidades a partir del 8 de agosto de 2012 hasta 31 de julio de 2022.

”

De este documento se desprenden importantes conclusiones, ya que se observa la autorización oficial de 5,429 m<sup>3</sup> de madera sobre una reducida superficie de 153.6 hectáreas de las cuales se permitió la tala de 2,478 m<sup>3</sup> de *Abies religiosa*, que en realidad corresponde a *Abies religiosa* subsp. *colimensis*, esto representa el 45.64% del total autorizado con una intensidad de corta de 35.49 m<sup>3</sup> por hectáreas repartidas en 10 anualidades que por tratarse de una especie de difícil regeneración al interior de bosque mesófilo, afectada por cambios globales que prevé un cambio drástico en el uso del suelo apto para la especie, demuestra un fuerte impacto sobre el uso del taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

En conclusión el impacto de uso es fuerte y afecta a algunas poblaciones de *Abies religiosa* subsp. *colimensis*.

**5) ¿El taxón es cultivado o propagado *ex situ*?** (a nivel nacional o internacional). La propagación disminuye la presión de colecta sobre muchas especies de importancia comercial, además de que el material cultivado puede llegar a ser fuente de especímenes en programas de conservación *ex situ*.

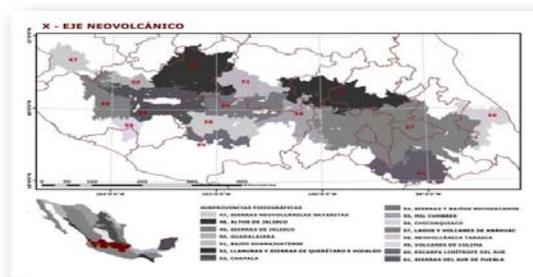
a) Sí = -1

b) No = 0

**Respuesta: El taxón no es cultivado o propagado *ex situ*. Puntaje = 0**

**Justificación:** Conforme al Proyecto de Norma Mexicana “Establecimiento de Unidades Productoras y Manejo de Germoplasma Forestal-Especificaciones Técnicas” (Secretaría de Economía (2013) que cita: 4.2.3.6 Movimiento de germoplasma:

“Para reforestaciones con fines de conservación y restauración, el germoplasma obtenido de una subprovincia fisiográfica podrá ser utilizado para la producción de planta en viveros ubicados en otras subprovincias, siempre y cuando la planta se establezca en predios ubicados en la subprovincia de origen del germoplasma”.



**Figura 33.** Subprovincias del Eje Neovolcánico (Secretaría de Economía 2013)

Subprovincia	Estado	Municipios
<b>59. VOLCANES DE COLIMA</b>	Colima	Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Villa de Álvarez.
	Jalisco	El Limón, San Gabriel, Sayula, Tapalpa, Tolimán, Tonaya, Tonila, Tuxcacuesco, Tuxpan, Zapotiltic, Zapotitlán de Vadillo, Zapotlán el Grande.

De manera tal que el germoplasma de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* de origen de la subprovincia No. 59 “Volcanes de Colima” (Figura 33) al interior de los municipios en cita y con base en los viveros existentes productores de planta para la CONAFOR al interior de esos municipios se concluye que el taxón *Abies religiosa* subsp. *colimensis* no se reproduce en ninguno de estos municipios, ni en ninguna otra parte a nivel nacional ni internacional.

**Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10 = 8/10 = 0.8**

**Evaluación MER total obtenida en la presente propuesta:**

**Subtotal del Criterio A = Suma del puntaje obtenido / 11 = 9/11= 0.82**

**Subtotal del Criterio B = Suma del puntaje obtenido / 9 = 5/9 = 0.56**

**Subtotal del Criterio C = Suma del puntaje obtenido / 23 = 10/23= 0.43**

**Subtotal del Criterio D = Suma del puntaje obtenido / 10 = 8/10 = 0.8**

**Total (Suma de los criterios A+B+C+D)= 0.82+0.56+0.43+0.8 = 2.61**

**CATEGORÍA DE RIESGO DE *ABIES RELIGIOSA* SUBSP. *COLIMENSIS***  
**PROPUESTA DE ACUERDO A LA SUMA DE PUNTAJES DE LOS CRITERIOS**  
**A+B+C+D:**

**(P) EN PELIGRO DE EXTINCIÓN**

## ASIGNACION A LAS DISTINTAS CATEGORIAS DE RIESGO

Los cuatro criterios del MER de Plantas tienen la misma ponderación, siendo el valor máximo para cada uno de ellos = 1. La sumatoria de los puntos en cada criterio debe ser normalizada con el puntaje máximo para ese criterio, de tal forma que el valor máximo sea 1. Además con este método de evaluación de riesgo, se determinan criterios para catalogar a través de vías directas especies en riesgo.

Las categorías de riesgo se establecerán de conformidad a la siguiente tabla:

Categoría de riesgo	Puntaje obtenido
En Peligro de Extinción (P).	<p>a) Mayor o igual que 2</p> <p>b) Vías directas:</p> <p>I. Cuando en las características de la distribución geográfica, el área de distribución sea menor o igual a 1 km<sup>2</sup>;</p> <p>II. Cuando demográficamente, el número total de individuos sea igual o menor que 500;</p> <p>III. Cuando el nivel de impacto de las actividades humanas sobre el hábitat del taxón, el hábitat remanente no permite la viabilidad de las poblaciones existentes;</p> <p>IV. Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de 1 individuo cada 5 ha o menor; y que además la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.4</p>
Amenazada (A)	<p>a) Mayor que 1.7 y menor que 2</p> <p>b) Vía directa: Cuando la especie tenga poblaciones hiperdispersas con una densidad de población de 1 individuo cada 5 ha o menor, y que la sumatoria del criterio D sea mayor que 0.3 y menor que 0.4</p>
Sujetas a Protección Especial (Pr)	<p>a) Mayor o igual que 1.5 y menor que 1.7</p> <p>b) Mayor o igual que 1 y menor que 1.5 y que la sumatoria del criterio D sea igual o mayor que 0.3</p>

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Planter, E., Furnier, G. R., & Eguiarte, L. E. (2000). Low levels of genetic variation within and high levels of genetic differentiation among populations of species of *Abies* from southern Mexico and Guatemala. *American Journal of Botany*, 87(3): 362-371.
- Ángeles-Cervantes, E., & López-Mata, L. (2009). Supervivencia de una cohorte de plántulas de *Abies religiosa* bajo diferentes condiciones postincendio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 84:25-33.
- Arista, M. y S. Talavera (1994). Phenology and anatomy of the reproductive phase of *Abies pinsapo* Boiss. (Pinaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 116: 223–234
- Arreola-Ramos, R., (2013). Distribución potencial de *Scolytus mundus* Wood y su comportamiento bajo escenarios de cambio climático en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. *Tesis que para obtener el título de Biólogo*. 88 pp. UNAM. México.

- Bautista-Sampayo C. (2013). Estructura del bosque y arquitectura de brinzales de *Abies religiosa* en Tlaxco, Tlaxcala. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, 115 pp.
- Cleef A. M. 1984. Synopsis of the coastal vegetation of the Santa Marta area: 423-440. En: Van Der Hammen T. & Ruíz P. M. (eds.). La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buritaca-La Cumbre. Studies on Tropical Andean Ecosystems 2. J, Cramer, Berlin-Stuttgart. Comisión Nacional Forestal (2014). Programa Nacional Forestal. SEMARNAT. México.
- CONABIO (2010). El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su conservación y Manejo Sostenible.
- CONAFOR-CONABIO (2013). Paquetes tecnológicos. *Abies religiosa* (Kunth Schltdl. et Cham.).
- CONANP (2009). Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Nevado de Colima. México.
- Cornejo-Tenorio, G., & Ibarra-Manríquez, G. (2007). Plant reproductive phenology in a temperate forest of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 32(7): 445-452.
- Cuevas-Guzmán, R., Cisneros-Lepe, E. A., Jardel-Peláez, E. L., Sánchez-Rodríguez, E.V., Guzmán-Hernández, L., Núñez-López, N.M, Rodríguez-Guerrero, C. (2011). Análisis estructural y de diversidad en los bosques de *Abies* de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 82, 1219-1233, núm. 4, diciembre, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Cuevas-Guzmán, R., L.M. Martínez-Rivera, Cisneros-Lepe, E., L., Sánchez-Rodríguez, E.V., Guzmán-Hernández, L. (2008) Ordenación y clasificación de oyametales en el estado de Jalisco, México, en L. R. Sánchez-Velásquez, J. G., González, F. D. F., Sánchez Velásquez, L. R., Galindo González, J., & Díaz Fleischer, F. (eds.) Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Mundi-Prensa México D.F.
- Encina-Domínguez J.A., Encina-Domínguez F.J., Mata-Rocha E. y Valdés-Reyna J. (2008). Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 83:13-24.
- García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, 5ª edición, Serie Libros Núm. 6. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Guerrero-Hernández R. 2012. *Flora y vegetación asociada a Abies guatemalensis var. jaliscana Martínez en Juanacatlán, municipio de Mascota, Jalisco*. Tesis de licenciatura, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, 62 pp.
- Homeier J., Breckle S. W., Günter S., Rollenbeck RT y Leuschner C. (2010). Tree diversity, forest structure and productivity along altitudinal and topographical gradients in a species-rich Ecuadorian montane rain forest. *Biotropica* 42:140–148.
- Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, 55: 73-106.
- Foster, P. 2011. Changes in mist immersion. Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management. Páginas 57-66, en Bruijnzeel L.A., Scatena F.N., Hamilton L.S. (eds). Cambridge University Press: Cambridge, UK, Chapter 4.

- INECC 2013. Índice de Presión Económica (Riesgo) de la Deforestación. <http://www.inecc.gob.mx/irdef>, consultada 20/ene/2013.
- Gómez Díaz, J.D., Monterroso Rivas, A.I., Tinoco Raudó, J. A., Toledo Medrano. M. L. (2008). *Generación de escenarios de cambio climático a escala regional, al 2030 y 2050. Evaluación de la vulnerabilidad y opciones de adaptación de los asentamientos humanos, la biodiversidad y los sectores ganadero, forestal y pesquero, ante los impactos de la variabilidad y el cambio climáticos, y fomento de capacidades y asistencia técnica a especialistas estatales que elaborarán programas estatales de cambio climático.* [http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller\\_CCA\\_INE\\_dic08/Sector\\_Forestal\\_Dic08.pdf](http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller_CCA_INE_dic08/Sector_Forestal_Dic08.pdf)
- Instituto de Derecho Ambiental (2013). *Dictámen jurídico ambiental del caso Nevado de Colima-ejido Huescalapa para el aprovechamiento maderable.* Guadalajara, Jalisco.
- IPCC, (1996). *Climate Change 1995, Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses.* Cambridge University Press
- Jaramillo-Correa, J. P., Aguirre-Planter, E., Khasa, D. P., Eguiarte, L. E., Piñero, D., Furnier, G. R., & Bousquet, J. (2008). Ancestry and divergence of subtropical montane forest isolates: molecular biogeography of the genus *Abies* (Pinaceae) in southern México and Guatemala. *Molecular Ecology* 17: 2476-2490.
- Lara-González, R., Sánchez-Velásquez, L. R., & Corral-Aguirre, J. (2009). Regeneración de *Abies religiosa* en claros del dosel versus sotobosque, Parque Nacional Cofre de Perote, México. *Agrociencia*, 43(7): 739-747.
- Lauer, W. (1978). Timberline studies in central Mexico. *Arctic and Alpine Research*, 383-396.
- Maarse M., Verweij P. A. y Navarro-Pérez S. (2012). Patterns in vegetation composition in the Volcanic Complex of Colima, México. En: Salcedo-Pérez E., Hernández-Álvarez E., Vázquez-García J. A., Escoto-García T. y Díaz-Echavarría N. (eds.). Recursos Forestales en el Occidente de México. Serie Fronteras de Biodiversidad 4 Tomo I, pp 23-49, Amaya Ediciones S de RL de CV, Guadalajara, México
- Mantilla-Blandón, M. (2006) Fenología del género *Abies* (Pinaceae) en el occidente del estado de Jalisco. Tesis de Licenciatura en Biología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. México, Guadalajara. 47 pp.
- Manzanilla H. (1974). *Investigaciones Epidémicas y Silvícolas en Bosques Mexicanos de Abies religiosa.* Dirección General de Información y Relaciones Públicas, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D.F.
- Narave, F., & Taylor, K. (1998) Pinaceae. *Flora de Veracruz.* Fascículo 98. Instituto de Ecología-University of California. México. D. F.
- Pounds, J. A., Fogden, M. P., & Campbell, J. H. (1999). Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398: 611-615.
- Rushforth, K. D. (1989) Two new species of *Abies* (Pinaceae) from western Mexico. *Notes from the Royal Botanic Garden, Edinburgh* 46: 101-109.
- Rushforth K. D. (1989). Two new species of *Abies* (Pinaceae) from western Mexico. Notes of the Royal Botanical Gardens of Edinburgh 46: 101-109.
- Rzedowski J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 p.

- Saenz-Romero, C., Rehfeldt, G. E., Pierre D., Lindig-Cisneros, R. A. (2012). *Abies religiosa* habitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. *Forest Ecology and Management*. 275: 98-106.
- Sánchez-González A., López-Mata L. y Vibrans H. (2006). Composición y patrones de distribución geográfica de la flora del bosque de oyamel del cerro Tláloc, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:67-78.
- Salas-Morales S. H. y Meave J. A. (2012). Elevational patterns in the vascular flora of a highly diverse region in southern Mexico. *Plant Ecol* 213: 1209-1220.
- Secretaría de Economía (2013). Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-XXX-SCFI-2013. *Establecimiento de Unidades Productoras y Manejo de Germoplasma Forestal-Especificaciones Técnicas*. México, D.F.
- Silba, J. (2000) *Abies religiosa* (Kunth ) Schltld. & Cham. var. *colimensis* ( Rushforth & Narave ) Silba. *Journal of the International Conifer Preservation Society* 7: 20.
- Silba, J. (2008) *Abies religiosa* (Kunth ) Schltld. & Cham. subsp. *colimensis* ( Rushforth & Narave ) Silba. *Journal of the International Conifer Preservation Society* 15: 44.
- Trejo, D. A. R. (2008). Fire regimes, fire ecology, and fire management in Mexico. *AMBIO: a Journal of the Human Environment*, 37(7), 548-556.
- Torres Rojo, J. M., Guevara Sangines, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. *Gaceta ecológica*. Semarnat. No 63. México.
- Vargas Hernández, J.G. (2008). Decrecimiento del pueblo corporativo Atenquique y su declinación económica y ambiental. Departamento de Mercadotecnia y Negocios Internacionales. *Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas*. Universidad de Guadalajara.
- Vázquez-García J.A. y Givnish T. (1998). Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* 6: 999–1020.
- Villa-Castillo, J. (2013). Reporte técnico Parque Nacional Nevado de Colima. Gobierno del estado de Jalisco.

## ANEXO I: Índice exsiccatae.

Especímenes de referencia de *Abies religiosa* subsp. *colimensis* y *Abies religiosa* examinados por los autores de la propuesta:

### *A. religiosa* subsp. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba

(=*Abies colimensis* Rushforth & Narave, = *A. religiosa* var. *colimensis* (Rushforth & Narave) Silba)

**Jalisco. Cuautitlán de García Barragán:** Sierra de Minatlán [Manantlán], protected N slope W of El Guisar, 9200 ft., 23 Nov 1968 (vegetativo), *F. C. Boutin & F. K. Brandt 2561* (MEXU); in forest below crest of Sierra de Manantlán at Las Capillas, 25 km by road SE of Rancho Las Joyas, 2700-2800 m, 19°33'15"N, 104°09'W, 1 June 1986, *G. Diggs et al. 3768-2* (IBUG, WIS); Las Capillas, 2800 m, 7 May 1986 (vegetativo), *L. M. González Villarreal & J. A. Pérez de la Rosa 2496* (IBUG); NW-facing, steep rocky wooded arroyo near top of Sierra de Manantlán Oriental, along lumber road to Cerro Las Cumbres, 0.2 km due WNW of Cerro Las Capillas, 18.5 km SSE of El Chante, 2760 m, 19°33'20"N, 104°09'15"W, 7 Jan 1980 (vegetativo), *H. H. Iltis et al. 2398* (IBUG); on lower NW shoulders (1 km N) of Cerro El Muñeco, 1-2 km E of and above "Los Jardines", E-end of the Sierra of Manantlán Oriental pleateau, 20 km SSE of El Chante, 2600-2780 m, 19°33'30"N, 104°06'W, 8 Jan 1980 (vegetativo), *H. H. Iltis et al. 2446* (IBUG, MEXU, WIS); Cerro Las Capillas, cerca de la cima, 2700 m, 7 May 1982 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa 147* (IBUG); 20-21 km al NNW de Manantlán, 2-3 km al E de Capillas, 2600 m, 19°32'50"N, 104°08'14"W, 28 Apr 1988, *F. J. Santana & R. Cuevas 3422* (IBUG); mountains E of Manantlán about 15 miles SSE of Autlán by way of Chante, c 8300 ft. alt., 27 Jul 1949, *R. L. Wilbur & C. R. Wilbur 1884* (IEB, MEXU, MICH). **San Gabriel:** Nevado de Colima, al S de la repetidora Las Víboras, 2897 m, 19°37'02"N, 103°36'55"W, 1 Sep 2007 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa & G. Vázquez A. 1958* (IBUG). **Tolimán:** 12-14 km al NE de Minatitlán, 1-2 km al N de El Terrero, 2200 m, 19°27'19"N, 103°57'00"W, 13 Oct 1988 (conos femeninos maduros), *R. Cuevas G. & L. Guzmán H. 3349* (IEB, MEXU); El Floripondio, camino a la estación de microondas del Nevado de Colima, ladera de exposición NW, 3000 m, 8 Apr 1989 (vegetativo), *A. Flores M. & M. Cházaro Basáñez 1560* (IBUG); 1 km al N de El Terrero, camino a La Laguna, 2300 m, 30 Dec 1988 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa, L. M. Villarreal de Puga & R. Tamayo 1689* (IBUG). **Tonila:** Nevado de Colima, Refugio, *M. Mantilla & J. A. Vázquez García s. n.* (IBUG); camino al albergue, Nevado de Colima, 2380 m, 14 Jun 1985 (male cones, imconos femeninos maduros), *L. M. González Villarreal & J. A. Pérez de la Rosa 2506* (IBUG); *ibid.*, 2600 m, 14 Jun 1985 (male cones), *L. M. González Villarreal & J. A. Pérez de la Rosa 2514* (IBUG, IEB); camino al albergue, Volcán de Fuego, 3400 m, 14 Jun 1986 (female cones in buds), *L. M. González Villarreal & J. A. Pérez de la Rosa 2529* (IBUG); La Membrillera, Volcán de Fuego, 3200 m, 8 Feb 1969 (vegetativo), *L. M. Villarreal de Puga 2543* (IBUG); 1 km al E de La Joya, en el Nevado de Colima, 2630 m, 4 Feb 1982 (vegetativo), *R. Pentoje C. 2* (IBUG); km 20 del camino al albergue, Nevado de Colima, 2630 m, 28 Jan 1983 (vegetativo), *J. A. Pérez de la Rosa 332* (IBUG); km 20 del camino El Fresnito – Antenas retransmisoras, 2870 m, 14 Sep 1994

(conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa & J. J. Ruíz Moreno 1825* (IBUG); Predios Los Cimientos, Potrero de León y Latillas, Nevado de Colima, 2576 m, 19°37'29.3"N, 103°36'24.7"W, 30 Oct 2005 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa & G. Vargas A. 1933* (IBUG); saddle between Volcán de Colima and Nevado de Colima, headwaters of Arroyo de Lumbre, 3100 m, 19°32'N, 103°40'W, 26 May 1991 (male cones), *B. L. Phillips 1152* (MEXU, DAV); La Joya, Nevado de Colima, 3600 m, 8 Feb 1986 (vegetativo), *R. Ramírez Delgadillo & O. Reyna Bustos 197* (IBUG); La Joya, Nevado de Colima, 3460 m, 8 Feb 1986 (vegetativo), *O. Reina Bustos 139* (IBUG); Nevado de Colima, a un costado de La Cabaña (La Joya), 3383 m, 19°35'13.3"N, 103°35'50.6"W, 5 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 1* (IBUG); Nevado de Colima, al fondo del Vivero (La Joya), 3388 m, 19°35'12.3"N, 103°35'52.2"W, 5 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 2* (IBUG); Nevado de Colima, detrás de la CEA (La Joya), 3386 m, 19°35'14.1"N, 103°35'51.8"W, 6 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 3* (IBUG); Nevado de Colima, 300 m de Las Cruces a La Joya, 3405 m, 19°35'18.7"N, 103°35'52.3"W, 6 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 4* (IBUG); Volcán Nevado de Colima, 3100 m, 9 Aug 1986 (female cones in buds), *S. Zamudio R. 4281* (IBUG, IEB). **Tuxpan:** Camino a Las Joyas Nevado de Colima, 3300 m, 22 Feb 1983 (vegetativo), *J. A. Beas Zarate 16* (IBUG); La Rotonda y Nevado de Colima, 2700 m, 5 Jul 1969 (vegetativo), *X. Madrigal et al. 2264* (GUADA); La Rolona, 12 Jun 1979, *S. Martínez Esquivel 713* (IBUG); faldas del Volcán de Fuego, 3200 m, 22 Dec 1976 (conos femeninos maduros), *M. Maza Hernández s. n.* (IBUG); Bosque de Atenquique, 1000 m, 13 Jun 1974 (vegetativo), *M. Tena Meza s. n.* (IBUG); Nevado de Colima, km 16 sobre la brecha del Milanés, 3281 m, 19°35'47.8"N, 103°35'23.1"W, 8 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 5* (IBUG); Nevado de Colima, km 15.9 sobre la brecha del Milanés, 3290 m, 19°35'45.6"N, 103°35'22.1"W, 8 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 6* (IBUG); Nevado de Colima, km 15.6 sobre la brecha del Milanés, 3275 m, 19°35'48.8"N, 103°35'21.3"W, 12 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 7* (IBUG); Nevado de Colima, km 15.8 sobre la brecha del Milanés, 3277 m, 19°35'46.9"N, 103°35'21.3"W, 12 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 8* (IBUG); Nevado de Colima, km 13.7 sobre la brecha del Milanés, 3110 m, 19°35'55.3"N, 103°34'52.2"W, 12 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 9* (IBUG); Nevado de Colima, km 13.8 sobre la brecha del Milanés, 3108 m, 19°35'55.4"N, 103°34'52.0"W, 12 Nov 2013 (conos femeninos maduros), *J. Villa Castillo et al. 10* (IBUG). **Zapotlán el Grande:** Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, 3300 m, 1988 (male cones), *J. Becerra 24* (IBUG); along road N of La Joya, a lodge and valley N and below the Cerro Nevado, 3000 m, 20 Nov 1968 (vegetativo), *F. C. Boutin & F. K. Brandt 2325* (MEXU); E side of ravine 2 km ESE of El Isote, NW slope of Nevado de Colima, 2490 m, 10 Dec 1955 (vegetativo), *R. T. Clausen s. n.* (MEXU, BH); Nevado de Colima, 2900 m, 20 Sep 1970 (vegetativo), *C. L. Díaz Luna 2089* (GUADA); *ibid.*, 3300 m, 28 Jun 1975 (conos femeninos maduros), *C. L. Díaz Luna 5889* (GUADA, MEXU); slopes of the volcano along a road leading to a "microondas" radio station, 2700 m, 19°36'N, 103°37'W, 5 May 1994 (imconos femeninos maduros), *A. Farjon & D. Mejía 347* (MEXU, E, FHO, K, U, HEH); *ibid.*, 2450 m, 19°37'N, 103°36'W, 5 May 1994 (imconos femeninos maduros), *A. Farjon & D. Mejía 346* (MEXU, E, FHO, K, U, HEH); Paraje El Alcazar, 9 km al SO de Cd. Guzmán, por carr. a El Grullo, luego 22 km de Fresnito por la brecha al Nevado de Colima, 2950 m, 4 Sep 1988 (conos femeninos maduros), *M. Fuentes O. 658*

(IBUG); 24.5 km de la carretera Cd. Guzmán – El Grullo, por brecha que sube de Fresnito hasta la Estación de microondas, 3320-3450 m, 16 Dec 1996 (vegetativo), *L. González Guzmán s. n.* (MEXU); lado O del volcán Nevado de Colima, 3000 m, 22 Dec 1977 (conos femeninos maduros), *A. Moreno & L. Núñez s. n.* (IBUG); faldas del Nevado de Colima, 2600 m, 25 Feb 1983 (vegetativo), *E. C. O. Nathal 49* (IBUG); faldas del Nevado de Colima, 2600 m, 27 Jan 1983 (vegetativo), *J. S. Peñaflor Cortéz 16* (IBUG); Km 16 del camino El Fresnito – La Joya, 2650 m, 30 Dec 1983 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa 581* (IBUG); km 17 camino El Fresnillo – La Joya, Nevado de Colima, 2700 m, 30 Dec 1983 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa 589, 590* (IBUG, MEXU); km 18 camino El Fresnillo – La Joya, Nevado de Colima, 2740 m, 30 Dec 1983, *J. A. Pérez de la Rosa 591* (IBUG); 2700 m, 30 Dec 1983 (conos femeninos maduros), *J. A. Pérez de la Rosa 589, 590* (IBUG, MEXU); Km 14 brecha El Fresnito – Antenas del Canal 13, Nevado de Colima, 2660 m, 12 Dec 1986 (conos femeninos maduros), *R. Ramírez Delgadillo & L. M. González Villarreal 520* (IBUG, IEB); Nevado de Colima, beside the road to the Summit from Ciudad Guzmán, 3150 m, 10 Nov 1984 (conos femeninos maduros), *K.D. Rushforth 647* (E, the holotype of *Abies religiosa* subsp. *colimensis* Rushforth & Narave, XAL, K, E, isotypes); 14 km hacia el Nevado de Colima, 3020 m, 15 Jun 1994, *J. J. Reynoso D. et al. 2205* (IBUG); Floripondio, carretera Cd. Guzmán – Venustiano Carranza, 2350 m, 19°38'3.6"N, 103°31'22"W, 1 Jul 1999 (conos femeninos maduros), *J. L. Rosales, M. A. Gómez & L. Arvizu s. n.* (IBUG); camino del Floripondio a la antena de microondas Víbora, 2365 m, 23 Jan 1987 (vegetativo), *M. A. Vázquez López 20* (IBUG); Nevado de Colima, (vegetativo), *J. L. Pelares G. 22* (IBUG); km 18 camino El Fresnillo – La Joya, Nevado de Colima, 2500 m, 8 Aug 1986 (female conos), *S. Zamudio R. & F. Guevara s. n.* (IBUG, IEB); Nevado de Colima, 4000 m, 11 Nov 1981 (vegetativo), *A. Zúñiga Flores 15* (IBUG). **Zapotitlán de Vadillo:** Nevado de Colima Junto a las Cabañas, 3500 m, 29 Jan 1983 (vegetativo), *R. Soltero Quintana 27* (IBUG).

### ***Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.**

**Guanajuato. Tierra Blanca:** Parte alta del Cerro Zamorano, 3000 m, 24 Nov 1988 (vegetativo), *J. Rzedowski 47854* (IBUG, IEB, MEXU). **Michoacán. Anganguero:** Ejido Remedios, Llano las Papas, 3120 m, 14 Apr 1988 (vegetativo), *J. A. Ávila Naranjo s. n.* (IEB, MEXU); camino al Zapatero 1 km, 3027 m, 19°40'35"N, 100°18'24"W, 6 Mar 2005 (vegetativo), *M. G. Cornejo Tenorio et al. 1430* (IEB, MEXU); Sierra Chincua, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, 3300 m, 19°40'28"N, 100°16'43"W, 28 Oct 2006 (conos femeninos maduros), *G. Ibarra Manríquez & G. Cornejo Tenorio 5153* (MEXU); Sierra Chincua, Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, 2980 m, 19°39'N, 100°16'W, 1 Jun 2000 (conos femeninos maduros), *E. Pérez Negrón Souza, E. Arellano González & G. Ibarra Manríquez 269* (IEB, MEXU); El Rosario, 6 km al SE de Anganguero, 3150 m, 24 Jan 1981 (male conos), *J. C. Soto Núñez, L. Vázquez & H. Pérez 2630* (MEXU). **Cherán:** Cerro La Virgen, 3100 m, 15 Oct 1990 (vegetativo), *E. García & E. Pérez 3314* (IEB); Ladera S del Cerro Yaparacutin, 2450 m, 7 Mar 1986 (male conos), *A. Martínez L. 903a* (IBUG, MEXU). **Coalcomán de Vázquez Pallares:** Cerro de las Conchas, Dos Aguas, 2800 m, 20 Jan 1979 (conos femeninos maduros), *X. Madrigal Sánchez 3199* (IBUG, MEXU). **Contepec:** Cerro Altamirano, Camino al llano, 2980 m, 19°58'33"N, 100°8'21"W, 18 Dec 2004 (conos femeninos maduros), *M. G. Cornejo Tenorio et al. 981* (IEB); cerca de

la cima del Cerro Altamirano (llano), 2590 m, 19°58'12"N, 100°9'15"W, 22 Nov 2004 (vegetativo), *G. Ibarra Manríquez et al. 4490* (MEXU); 5 km del camino Santa María los Angeles a Solís, 2970 m, 19°58'35"N, 100°7'3"W, 25 Sep 2004 (vegetativo), *J. Martínez Cruz et al. 1085* (MEXU). **Hidalgo:** Km 190 on road from Toluca to Morelia, West of Mil Cumbres, (2 km W of Mirador Atzimba turn-off), 3 km E (by road) of San José de la Cumbre (24 km E of Tzitzio turn-off), 2400 m, 19°39'N, 100°50'W, 15 Sep 1977 (conos femeninos maduros), *H. H. Iltis & J. F. Doebley 49* (IBUG, MEXU); Puerto Garnica, 2900 m, 27 Nov 1997 (conos femeninos maduros), *S. Zamudio R. & J. Becerra 10600* (IEB). **Huiramba:** Ladera W del Cerro de la Nieve, 3200 m, 20 Nov 1990 (conos femeninos maduros), *E. García, E. Pérez & S. Zamudio R. 3462* (IEB, MEXU); parte alta del Cerro La Taza, 3190 m, 22 Aug 1986 (vegetativo), *H. Díaz B. & S. Zamudio R. 2650* (IEB). **Los Reyes:** Cerro de Pamatácuaro, 2600 m, 16 Nov 1978 (vegetativo), *X. Madrigal Sánchez 3116* (IBUG, MEXU). **Morelia:** Alrededores de la presa Umécuaro, 2200 m, 24 Jun 1989 (vegetativo), *J. Rzedowski 48543* (IEB, MEXU). **Ocampo:** Santuario de la Mariposa Monarca El Rosario, 3250 m, 19°35'43"N, 100°15'55"W, 9 Mar 2001 (male conos), *M. G. Cornejo Tenorio & G. Ibarra Manríquez 106* (IBensisUG, IEB); top of Bosque de San Francisco, ca. 10 km E of Ocampo (ca. 20 km NE of Zitacuaro, 3400-3600 m, 19°35'N, 100°14'W, 19 Jul 1960, *H. H. Iltis, R. Koepfen & F. Iltis 272b* (MEXU); en el Asoleadero, 9 km al SE de Ocampo, 2500 m, 16 May 1986 (male conos), *J. C. Soto Núñez & F. Solórzano G. 12607* (MEXU). **Pátzcuaro:** Cerro El Frijol, 15 Aug 1979 (vegetativo), *J. Caballero & C. Mapes 1009* (MEXU); parte alta del Cerro del Burro, cerca de Cuanajo, 3150 m, 25 May 1985 (female conos), *H. Díaz Barriga 1002* (IBUG, IEB, MEXU); 18 miles S of Pátzcuaro, 8900-9000 ft., 20-25 Nov 1961 (vegetativo), *R. Merrill King & T. R. Soderstrom 5206* (MEXU). **Queréndaro:** 3 km al S de San José de la Cumbre, 2750 m, 26 Feb 1989 (vegetativo), *J. Rzedowski 48291* (IBUG, IEB, MEXU); Puerto Garnica, 2850 m, 19°39'46"N, 100°49'22"W, 19 Aug 2005 (vegetativo), *S. Zamudio R. & R. Alcalá 13182* (IEB); ± 2 km al N de San José Lagunillas, 2700 m, 19°41'40"N, 100°52'26"W, 3 Apr 2009 (vegetativo), *S. Zamudio E. & C. Medina 14370* (IEB); ± 1 km al S de Milpillas, 2630 m, 19°42'36"N, 100°52'46"W, 3 Apr 2009 (vegetativo), *S. Zamudio E. & C. Medina 14374* (IEB). **Quiroga:** Cerro del Tzirate, 3330 m, 9 Nov 1985, *C. López Campos 754* (IEB); *ibid.*, 3330 m, 20 Nov 1986, *C. López Campos 1201* (IBUG, IEB, MEXU). **Salvador Escalante:** Cerro del Burro, 3100 m, 26 May 1988 (male conos), *J. M. Escobedo 1410* (IBUG, IEB, MEXU); Cerro Cruz Gorda, San Gregorio, 2750 m, 28 Jan 1979 (vegetativo), *X. Madrigal Sánchez 3216* (MEXU); Cerro del Burro, 3000 m, 25 May 1988 (male conos), *E. Pérez Calix 37* (IEB); La Tapada, San Gregorio, 2800 m, 13 Nov 1999 (conos femeninos maduros), *S. Zamudio R. 11235* (IEB, MEXU). **Senguio:** Alrededores de Capilla de Ocotál, 6 km SSW de Chincua, 3000 m, 3 Mar 1989 (vegetativo), *J. Rzedowski 48345* (IBUG, IEB, MEXU). **Tancítaro:** Volcán Tancítaro, 2750 m, 20 Mar 1977 (vegetativo), *L. M. Villarreal de Puga & S. Carvajal 10293* (IBUG). **Tlalpujahua:** Camino Cerro San Miguel el Alto a Calvario, 2920 m, 21 Oct 1987 (conos femeninos maduros), *S. Zamudio R. 5792* (IEB, MEXU). **Zacapu:** Cerro la Curinda, 3050 m, 7 May 1984 (vegetativo), *J. N. Labat 753* (MEXU). **Zinapecuaro:** 500 m aprox. al NE del pozo Az-4, Campo geotérmico "Los Azufres", 2800 m, 22 Nov 1985 (conos femeninos maduros), *E. Carranza G. 306* (IEB); Laguna Los Azufres, 2870 m, 30 Aug 1986 (female conos), *H. Díaz B. & S. Zamudio R. 2697* (IEB). **Zitácuaro:** El Agua, zona 19, sureste del Cerro El Cacique, 2860 m, 19°23'N, 100°18'20"W, 24 Mar 1978 (vegetativo), *G. Ibarra C. 121* (MEXU); Cima del Cerro

Cacique, zona 13, 3120 m, 19°23'15"N, 100°19'5"W, 20 Nov 1980 (mature female cone),  
*G. Ibarra C. 1234* (MEXU).