



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“VALIDACIÓN DE LA CATEGORIA DE RIESGO DEL
COMPLEJO *Boletus edulis*, DENTRO DE LA NORMA
OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2001”**

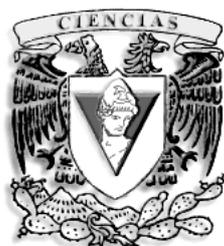
T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO**

P R E S E N T A:

RICARDO SEGUNDO MAYA

**DIRECTOR DE TESIS: BIÓL. MARISELA C. ZAMORA MARTÍNEZ
CODIRECTOR: M. C. BEATRIZ COUTIÑO BELLO**



2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno
Segundo
Maya
Ricardo
56 56 84 51
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
098556384

2. Datos del tutor
Biól.
Marisela Cristina
Zamora
Martínez

3. Datos del cotutor
M. en C.
Beatriz Reyna
Coutiño
Bello

4. Datos del sinodal 1
Dr.
Sigfrido
Sierra
Galván

5. Datos del sinodal 2
M. en C.
Celia Elvira
Aguirre
Acosta

6. Datos del sinodal 3
Biól.
Lilia
Pérez
Ramírez

7. Datos del trabajo escrito
Validación de la categoría del riesgo del complejo *Boletus edulis*, dentro de la
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001
142 p.
2007

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI MADRE

Gloria Maya López (†), por que eres la persona que más amo sobre la tierra. A quien agradezco sus sacrificios, desvelos y sobre todo, su hermoso cariño. Para ella, mi eterno respeto y admiración. **Te extraño.**

A MI PADRE

Pablo Segundo Cruz, por haberme guiado por el camino correcto para lograr ser una persona responsable, con valores y principios. Además por enseñarme que con fe todo se puede alcanzar. **Gracias Papá.**

A MIS HERMANOS

Isabel, Graciela, Gloria, Concepción, Araceli, Pablo y Marco Antonio por que pese a todo compartimos grandes momentos de felicidad. Así mismo, por su apoyo y confianza. **Los quiero.**

A MIS SOBRINOS

Olimpia, Enrique, Adolfo, Brenda, y Lupita; por convivir y disfrutar de buenas aventuras. **Gracias por tantas sonrisas.**

A MIS AMIGOS

Sería interminable mencionar a cada uno de ellos, y eso es bueno, por que agradezco a la vida que me haya permitido conocer a tantas personas. Este trabajo lo quiero compartir con ustedes. **Gracias por su grata amistad.**

AGRADECIMIENTOS

A la Biól. **Marisela C. Zamora Martínez**, por su infinita paciencia, dedicación, tiempo, dirección y sobre todo, su enorme apoyo para la realización y culminación de este trabajo. Además por dejarme iniciar dentro del ámbito profesional.

A la M. en C. **Beatriz R. Coutillo Bello**, por permitirme realizar el presente estudio bajo su codirección, así como enseñarme el inmenso mundo de los hongos durante sus clases de licenciatura.

Al M. en C. **Antonio González Hernández**, por su asesoría y enorme conocimiento sobre los Sistemas de Información Geográfica, los cuales permitieron la elaboración de los mapas digitales.

A los sinodales, por sus revisiones, comentarios y sugerencias para enriquecer este trabajo.

Dr. Sigfrido Sierra Galván

M. en C. Celia Elvira Aguirre Acosta

Biól. Lilia Pérez Ramírez

A la Dr. **Cecilia Nieto de Pascual Pola**, por brindarme su apoyo, amistad y palabras de aliento.

A la Biól. **Guadalupe Alvarado López**, por su invaluable ayuda y asistencia durante las salidas al campo, así mismo por permitirme su amistad.

Al fondo sectorial **SEMARNAT-CONACYT**, por el apoyo económico otorgado a partir del proyecto 2002-C01-0423.

Al **Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF)** del INIFAP y su personal que labora, por abrirme las puertas y contar con todo su apoyo.

CONTENIDO

Resumen	1
1. Introducción	2
2. Antecedentes	4
3. Objetivos	35
4. Materiales y Métodos	36
5. Resultados y Discusión	52
6. Conclusiones	89
7. Anexos	91
8. Bibliografía citada	125

RESUMEN

Boletus edulis Bull.: Fr., también conocido como “Pambazo”, “Pancita”, entre otros nombres, es un hongo silvestre que tiene una amplia variabilidad morfológica, al grado de considerarlo un complejo conformado por diversas subespecies o variedades. Destaca dentro de las especies fúngicas comestibles porque ostenta una gran demanda en el mercado nacional e internacional; además posee un alto valor de uso (autoconsumo) en su área de distribución natural. Desde el punto de vista ecológico establece ectomicorrizas con árboles de las familias *Pinaceae* y *Betulaceae*, por lo que constituye un elemento importante en el mantenimiento óptimo de los bosques templado-fríos. En este trabajo se presentan los datos consignados en las etiquetas de herbario de los ejemplares del taxón en estudio, procedentes de siete colecciones micológicas (ENCB, MEXU, FCME, IZTA, FEZA, XAL e ITAO), así como la información bibliográfica que se utilizó durante la aplicación de cada uno de los criterios del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México (MER), para validar su categoría de riesgo asignada en la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2001. Los resultados obtenidos demuestran que *Boletus edulis* no está amenazada, por lo que se recomienda su inclusión a la categoría de sujeta a protección especial.

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos silvestres forman parte de la gran biodiversidad que alberga la tierra. A través de la historia y en especial durante la actualidad, estos organismos representan una fuente de innumerables beneficios y productos para las sociedades humanas. Además, constituyen un elemento ecológico vital en la estructura y funcionamiento dentro de los distintos ecosistemas en que se desarrollan (Herrera y Ulloa, 1990). Sin embargo, desde hace algunos años, informes científicos realizados en Europa, afirman que el deterioro de sus hábitats a causa de las diversas actividades antropogénicas conllevan a la pérdida o disminución de sus poblaciones naturales (Arnolds y Jansen, 1992).

Dicha situación, ha inducido la implementación a nivel internacional y nacional de estrategias que permitan conservar la micobiota. En este sentido, las Listas Rojas desempeñan un papel importante, debido a que en ellas se dan a conocer las especies fúngicas amenazadas o en peligro de extinción (Ing, 1996; Kaul, 2002).

En México la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2001, incluye un listado de 42 hongos silvestres (junto con otros grupos biológicos) alucinógenos, tóxicos y comestibles, que pertenecen a 11 géneros y siete familias, considerados en peligro de extinción, amenazados o sujetos a protección especial (SEMARNAT, 2002).

Por otro lado, con el propósito de actualizar la información disponible acerca de los taxa fúngicos y del resto de organismos enlistados en la referida NOM, se propuso el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México (MER), mediante el cual se determina la categoría de riesgo (SEMARNAT, 2002). Sin embargo, a la fecha (2007) no existen trabajos publicados en los cuales se aplique el MER para validar o modificar la categoría de riesgo que tienen asignada los hongos silvestres incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001, aunque en su última actualización (SEMARNAT, 2002) se revisó y cambió la categoría de *Tricholoma mangivelare* (Peck) Readhead, con base en dicho

método (Zamora-Martínez, 2001a).

Ante ello, el objetivo de la presente investigación se centra en obtener la información técnica-científica que fundamente la validación de la categoría riesgo de *Boletus edulis* en la NOM-059-SEMARNAT-2001, por medio del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México, para así definir su estatus de conservación.

La elección de *Boletus edulis* de entre las 11 especies fúngicas comestibles enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, obedeció a la escasa información curatorial y bibliográfica que se tiene registrada en el país para los taxa del género *Morchella* consignados en la NOM, lo cual hace, que no hay suficiente información micológica mediante la cual se pueda sustentar la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México para validar sus categorías de riesgo. Así mismo, por presentar una mayor demanda comercial a nivel nacional e internacional, y un alto valor de uso (autoconsumo) en comparación con otros hongos comestibles incluidos (*p. ej: Agaricus augustus* Fr.).

2. ANTECEDENTES

En los últimos años, diversos especialistas coinciden en afirmar que la extinción de los organismos vivos se debe a las causas generadas por las actividades antropogénicas, por lo que hoy en día se reconoce como uno de los problemas ambientales más serios que enfrenta la humanidad (Coutiño, 2003; Ceballos, 2004).

Al momento de valorar si existen evidencias claras de la disminución sobre la biodiversidad de un territorio, la mayoría de los trabajos se han enfocado hacia las aves, mamíferos o plantas vasculares (Salcedo *et al.*, 2001). A diferencia de estos grupos biológicos, los hongos silvestres han recibido poca atención en estudios respecto a su conservación natural (Guzmán, 1995), pese a tener gran importancia socioeconómica por los beneficios que brindan al hombre, y a ser un elemento vital en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Herrera y Ulloa, 1990; Zamora-Martínez, 1999).

En Europa Oriental y Occidental, fue hasta finales del siglo XX que el tema de la protección de la diversidad fúngica atrajo la preocupación de los micólogos, debido a que a mediados de los 80's se presentaron informes científicos, en los que se demostró una clara reducción de la producción natural de diversas poblaciones de hongos silvestres, en especial de varias especies ectomicorrizógenas (Arnolds y Jansen, 1992; Arnolds y de Vries, 1993; Ing, 1993 y 1996).

Arnolds (2001) señala que los principales factores relacionados con la declinación de la micobiota en el viejo continente son: a) la destrucción del hábitat, por la tala de bosques y el crecimiento de las ciudades; b) cambios en el uso de suelo (conversión de zonas forestales para fines agrícolas, o la introducción de árboles exóticos en bosques nativos) y las malas prácticas de manejo forestal (uso de fuego, fertilizantes, así como de plaguicidas); c) contaminación ambiental, en particular del suelo y aire provocada por la lluvia ácida (acidificación), la cual incide

en especial sobre las especies ectomicorrizógenas; y d) una aparente presión ejercida por la recolecta de los esporomas de hongos silvestres comestibles.

Pese a que la pérdida de la diversidad fúngica data del inicio de la década de los 80's, no fue sino hasta a la mitad de ésta que se empezaron a implementar medidas para su protección. Durante el 9º Consejo de Micólogos de Europa (Oslo; 1985), se creó la Comisión Europea para la Protección de Hongos (*ECPF, European Committee for Protection of Fungi*), que cuatro años después fue renombrada como el Consejo Europeo para la Conservación de Hongos (*ECCF, European Council for Conservation of Fungi*) (Arnolds, 2001; Salcedo *et al.*, 2001).

La comisión se formó con los objetivos de realizar programas que permitan catalogar a los hongos silvestres de Europa, elaborar mapas sobre su distribución natural para después crear Listas Rojas "*Red Lists*" de especies en riesgo con base en criterios estandarizados (Courtecuisse, 1998).

Las Listas Rojas son consideradas como "la primera piedra" dentro de cualquier actividad para la conservación de la micobiota (Kaul, 2002); En Europa su publicación se da a principios de los años 80's (Cuadro 1), en ellas se enlistan a las especies fúngicas amenazadas o en riesgo de extinguirse en un área particular, así como aquellas que habitan ecosistemas en declinación (Ing, 1993 y 1996). Su elaboración se basa en datos formales e informales respecto a su distribución y ecología (Arnolds, 2001). En la mayoría de las listas predominan los macromicetos, sin embargo existen algunas que incluyen micromicetos (Kaul, 2002).

Ing (1996) y Arnolds (2001) mencionan que parte de las Listas Rojas indicadas en el Cuadro 1 se elaboraron de manera controversial, debido a la falta de datos confiables. Además, en muchos de los casos difieren en carácter, puesto que algunas reflejan criterios locales basados en la importancia cultural que tienen los hongos silvestres, en lugar de considerar aspectos ecológicos.

Cuadro 1. Cronología de Listas Rojas para hongos silvestres publicadas en Europa.

Año	País	No. de especies	Autor(es)
1982	Alemania del este	309	Benkert*
1982	Alemania	NE	Lettau**
1984	Alemania del oeste	1032	Winterhoff* Winterhoff y Kieglsteiner**
1984	URSS (antigua)	17	Borodin <i>et al.</i> ***
1986	Austria	211	Krisai*
1987	Finlandia	161	Rassi y Väisänen*
1987	Alemania	NE	Runge** Wöldecke**
1988	Alemania	NE	Schmitt**
1989	Holanda	944	Arnolds*
1990	Dinamarca	898	Vesterholt y Knudsen*
1991	Suecia	NE	Floravärdskommittén* Ingelör, Thor y Hallingbäck**
1992	Gran Bretaña	453	Ing*
1992	Polonia	1013	Wojewoda y Lawrinowicz*
1992	Noruega	649	Bendiksen y Høiland*
1992	Finlandia	325	Rassi <i>et al.</i> ***
1993	Alemania	NE	Benkert**
1993	España y Portugal	153	Calonge***
1995	Estonia	76	Anon***
1995	Suecia	528	Aronsson <i>et al.</i> ***
1996	Holanda	1655	Arnolds y van Ommering***
1996	Letonia	38	Vimba y Peterans***
1996	Ucrania	56	Shelyak-Sosonka***
1997	Suiza	232	Senn-Irlet <i>et al.</i> ***
1998	Hungría	535	Rimóczy***
1998	Yugoslavia	97	Ivancevic***
1999	Austria	542	Krisai***
1999	Lituania	740	Kutorga <i>et al.</i> ***
2000	Macedonia	67	Karadelev***
2000	Grecia	150	Diamandis***
2001	Eslovenia	248	Lizon**

Fuente: Arnolds y de Vries (1993)*; Ing (1993 y 1996)**; Arnolds (2001)***
NE=No especifica el número de especies

Arnolds en 1989 y 1991 (citado por Kaul, 2002), menciona que las metas principales de las Listas Rojas son proporcionar información básica a científicos y gente interesada (micólogos aficionados) sobre el estatus que presentan los taxa silvestres, así como las zonas en las que se localizan. Además sirven para establecer programas que permitan la protección de áreas o la creación de reservas naturales, que a su vez sean tomadas en consideración dentro de las decisiones políticas y comerciales con el fin de desarrollar leyes que protejan a la diversidad fúngica, para así prevenir futuras declinaciones de sus poblaciones naturales.

Arnolds en 1989 (citado por Kaul, 2002), se basó en los siguientes criterios para incluir a las especies fúngicas en las Listas Rojas: a) rareza, aquellas que sólo se distribuyen en pocos sitios, b) cambios de frecuencia, referente a la variación de las comunidades de la micobiota y c) hábitat, la mayoría de los macromicetos se desarrollan en hábitats o sobre sustratos que son amenazados por diversos factores.

Arnolds y de Vries (1993) propusieron cinco categorías de riesgo para los hongos silvestres que aparecen en las Listas Rojas, y que van de acuerdo con la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN)¹:

1. Extintas, especies que no se han recolectado o registrado por varias décadas (a pesar de los intensos trabajos de campo). **2. En peligro**, taxa que presentaron una fuerte disminución durante el siglo XX y/o crecen de forma natural en hábitats amenazados o en declinación. **3. Vulnerables**, hongos probables de considerarse en peligro de extinción en un futuro cercano si las causas que los afectan no se

¹ La Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza y de los recursos naturales (UICN) es la mayor alianza internacional para la conservación de la diversidad biológica bajo un contexto de desarrollo sustentable; entre sus múltiples tareas está la publicación de documentos técnicos como las listas rojas, con sus respectivos criterios y categorías, que tienen por intención clasificar especies en alto riesgo de extinción global (UICN, 2001).

reducen o se eliminan. **4. Raras**, aquellas que presentan pequeñas poblaciones silvestres o su distribución natural se restringe hacia ciertas áreas. **5. Intermedio**, incluye a las que no pueden ser colocadas dentro de una de las categorías antes señaladas debido a la falta de información.

Aunado al hecho de contar con las Listas Rojas, en algunos países del norte de Europa como Polonia, Austria y Eslovenia existen políticas que protegen de manera legal a ciertos hongos silvestres, en especial a los comestibles; *p. ej.:* en la Ley Nacional Alemana se prohíbe la recolecta de algunos taxa del género *Boletus* y todas las especies de *Cantharellus* (Gómez, 2002).

En Italia se tiene un sistema de legislación que regula la recolecta de los esporomas comestibles, en particular para las trufas (*Tuber sp.*); además cada año se publican normas en las que se especifican las condiciones para realizar dicha actividad (Pacioni, 1993; Boa, 2004).

En el Continente Americano donde el conocimiento micológico referente a taxonomía, distribución y ecología difiere en cuanto a la intensidad de las investigaciones realizadas en Europa, poco se ha abordado el tópico de la conservación de la micobiota (Arnolds, 2001). Hacia la parte norte, en Canadá (Columbia Británica) y en los Estados Unidos, en específico la costa oeste (Oregon, Washington, Idaho, el norte de California y el oeste de Montana), la protección del recurso fúngico se ha enfocado a las especies comestibles, ya que en las dos últimas décadas se ha registrado un incremento en la recolección de los esporomas silvestres con alto valor comercial para fines de exportación por parte de diversas empresas de países asiáticos y europeos, lo cual ha llevado a crear e implementar leyes y medidas que regulen tal acción (Molina *et al.*, 1993).

Bajo el contexto de la comercialización internacional de los hongos comestibles existe la Norma General del CODEX STAN 39, que contiene los requisitos aplicables para todos los taxa comestibles, frescos o elaborados, cuya venta

permiten las autoridades competentes de los países consumidores; además señala las disposiciones específicas referentes a su almacenamiento y transporte (www.codexalimentarius.net/download/standards/232/CXS-0295.pdf).

En México existe un amplio marco jurídico que norma la política ambiental, la conservación y aprovechamiento de sus recursos naturales (Coutiño, 2003). Para el caso específico de la diversidad fúngica que alberga el país, su protección se da a finales de la década de los 80's e inicio de los años 90's (Zamora-Martínez, 1994); lo anterior obedeció al interés demostrado por distintas compañías extranjeras, que a causa de la prohibición del consumo y comercialización de los hongos comestibles europeos, por la presencia de metales pesados (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989), y por las estrictas medidas para la recolecta de esporomas comestibles impuestas en Norte América y en algunos países del viejo continente, han promovido el aprovechamiento intensivo con fines de exportación de algunos taxa como: el “tecomate” [*Amanita caesarea* (Scop.: Fr.) Grev.]; las “pancitas” (*Boletus edulis* Bull.: Fr.); el “duraznillo” (*Cantharellus cibarius* Fr.); las “mazorquitas” (*Morchella* spp.), el “hongo blanco” u “hongo de ocote” [*Tricholoma mangivelare* (Peck) Readhead] (Bandala *et al.*, 1997).

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, representó el primer documento de carácter legal en México que consideró a las especies en riesgo (Arroyo, 1996). En ella se determinan a las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, además establece las especificaciones para su protección (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, 1994).

Dentro de la citada NOM, se presentó por primera vez una Lista Roja de especies fúngicas silvestres (junto con plantas y animales) en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, que realizó el Dr. Gastón Guzmán investigador del Instituto de Ecología de Xalapa, Veracruz (Guzmán, 1995). Al respecto, Villarreal (1996) señaló que el listado fúngico se elaboró de

una manera arbitraria sin el respaldo de trabajos minuciosos de inventario y monitoreo ecológico. No obstante, Guzmán (1998) indicó que los taxa incluidos en la lista fueron seleccionados con criterios basados en la destrucción de su hábitat, y en el caso de los comestibles por presentar un fuerte aprovechamiento debido a su excelente sabor culinario, que los hace ser uno de los recursos de mayor exportación, lo que podría repercutir de manera directa en sus poblaciones naturales.

La lista de hongos presentes en la NOM-059-ECOL-1994 se integró con 57 especies, que en su mayoría pertenecen al género *Psilocybe* y otras que corresponden a algunos hongos silvestres comestibles. Todas tienen adjudicada una de las siguientes categorías:

(P) En peligro de extinción, especie o subespecie cuyas áreas de distribución o tamaño poblacional han sido disminuidas drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su rango de distribución por múltiples factores, tales como la destrucción o modificación drástica de su hábitat, restricción severa de su distribución, sobreexplotación, enfermedades, y depredación, entre otros.

(A) Amenazada, la que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones. En el entendido de que especie amenazada es equivalente a especie vulnerable.

(R) Rara, aquella cuya población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural, pudiendo estar restringida a un área de distribución reducida, o hábitats muy específicos.

(Pr) Sujeta a protección especial, aquella sujeta a limitaciones o vedas en su aprovechamiento por tener poblaciones reducidas o una distribución geográfica

restringida, o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas.

Boletus edulis es uno de los pocos hongos silvestres comestibles enlistados en la NOM-059-ECOL-1994, y dentro de la cual tiene adjudicada la categoría de sujeta a protección especial (SEMARNAP, 1994).

La vigilancia del cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, le corresponde a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a las respectivas Secretarías Estatales competentes. Dicha NOM, coincide de manera parcial con las disposiciones indicadas en el Acta de Especies en Riesgo de los Estados Unidos de América (1973) "*Endangered Species Act of United States of America*", y con la de Especies Canadienses en Riesgo (1992) "*Canadian Species at Risk*" (SEMARNAP, 1994).

Por otra parte, en 1994 estudios de monitoreo ecológico sobre las poblaciones naturales de los hongos silvestres comestibles realizados en el estado de Hidalgo por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y de las experiencias de técnicos forestales procedentes de las entidades federativas donde se ha llevado a cabo el aprovechamiento del recurso fúngico, dan la pauta para que aparezca la Norma de Emergencia para el Aprovechamiento y Almacenamiento de Hongos (Zamora-Martínez, 1994), que en 1996 se publicó como definitiva: Norma Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-1996, en la que se establecen los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos, fundamento legal que a la fecha sigue vigente, pero en revisión (SEMARNAP, 1996a).

En el texto de la referida NOM se detallan los trámites a realizar, así como la información y acreditaciones que ante la autoridad correspondiente presentarán los interesados durante el aprovechamiento, almacenamiento y transporte de los hongos silvestres que se originan en los ecosistemas forestales.

Además la NOM-010-RECNAT-1996 menciona que el aprovechamiento intensivo y selectivo ocasionado por la demanda y el alto valor comercial de algunos hongos como las “pancitas o pambazos” (*Boletus edulis*), el “hongo blanco de pino” (*Tricholoma mangivelare*), “amarillo o duraznillo” (*Cantharellus cibarius*), “chile seco” (*Morchella esculenta* Pers. ex St. Amans.), “elotito” (*Morchella conica* Pers.), “colmenilla” (*Morchella costata* (Vent.) Pers.) y “morilla” (*Morchella elata* Bull.: Fr.), entre otros, puede ocasionar una sobreexplotación y poner en riesgo su productividad natural. Así mismo señala que su extracción sólo se podrá realizar en la temporada de recolección que determine la Secretaría competente, de acuerdo con las evaluaciones y estudios técnicos realizados al inicio de la temporada de lluvias, que permitirán definir el periodo de recolecta, con base en la disponibilidad del recurso (SEMARNAP, 1996a).

También la NOM-010-RECNAT-1996 especifica que los taxa con estatus podrán incorporarse al aprovechamiento y que dicha actividad se puede llevar a cabo en zonas declaradas como áreas naturales protegidas, siempre y cuando se cuente con la previa autorización de la instancia correspondiente de conformidad con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos legales aplicables (SEMARNAP, 1996a).

La instancia responsable de la regulación y seguimiento del aprovechamiento (comercial) de los hongos silvestres comestibles es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), por medio de la Subdirección de Aprovechamiento de la Flora Silvestre y Hongos que pertenece a la Dirección General de Vida Silvestre y sus Delegaciones Federales estatales, quienes se encargan de autorizar los permisos para llevar a cabo un aprovechamiento sustentable y registrado, por medio del cual se permita el uso racional y ordenado de las poblaciones fúngicas silvestres, además de su conservación (Zamora-Martínez, 1999).

A partir de la primera Lista Roja de hongos silvestres en peligro de extinción, pocos han sido los estudios realizados para modificar o actualizar la información sobre las categorías de riesgo. Al respecto, Vovides *et al.* (1997) publicaron una relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción, la cual se basó en la NOM-059-ECOL-1994, en observaciones y comentarios personales del Dr. Gastón Guzmán. El listado incluye 58 taxa que corresponden a 11 familias y 14 géneros, además proporciona datos referentes a su nombre científico, sinonimias, hábitats y su distribución en México.

Las categorías empleadas y asignadas por Vovides *et al.* (1997) para las especies fúngicas enlistadas son: **(E)** amenazadas por la comercialización de los cuerpos fructíferos, **(V)** en peligro por destrucción de su hábitat y **(R)** rara. *Boletus edulis* tiene adjudicada el estatus V, se desarrolla en bosque de coníferas y con registros de distribución en Chihuahua, Estado de México, Nuevo León y Tlaxcala.

En el 2000 se emitió una lista con 57 hongos comestibles y alucinógenos similar a la que realizaron Vovides *et al.* (1997), en la que incluyen los siguientes datos: nombre científico y nombre(s) común(es); el estatus asignado a cada una de las especies (amenazada, protegida, rara y en peligro), uso (comestible, alucinógeno y medicinal), hábitat y distribución. Su elaboración contó con la participación del Dr. Teófilo Herrera, micólogo del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y otros investigadores; sin embargo no especifica los criterios empleados para su realización (Naturalia, 2000a y 2000b). En ella, *Boletus edulis* se reconoce por los nombres de “pancitas”, “cemita”, “mazayel”, “corralito” y esponjita”; presenta el estatus de protegida, con usos comestible y medicinal, que se desarrolla en los bosques de *Pinus* y *Quercus*, escaso en los de *Abies*; y se distribuye en los estados de Chihuahua, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala y Nuevo León.

Durante siete años la NOM-059-ECOL-1994 fue el único instrumento jurídico para promover y ejecutar acciones de conservación hacia los diversos grupos biológicos silvestres que existen en México. No obstante, al momento de validar la categoría de riesgo de cualquiera de las especies enlistadas se identificaron algunos problemas como: falta de información acerca de los taxa incluidos, carencia de objetividad en la asignación de categorías de riesgo y escasa o nula concordancia con los estatus de la IUCN (Tambutti *et al.*, 2001).

Lo anterior provocó que se iniciara un cuidadoso proceso de modificación en el que participaron instituciones académicas, instituciones científicas, dependencias de gobierno y otros grupos de la sociedad en general (Tambutti *et al.*, 2001). Como resultado el 16 de octubre del 2000, en el Diario Oficial de la Federación se emitió el Proyecto denominado PROY-NOM-O59-ECOL-2000, con los propósitos de actualizar la información disponible sobre los taxa enlistados en la NOM-059-ECOL-1994 y tener un método general, unificado y coherente por el cual se determinen las categorías de riesgo en las que puede ser asignada cualquier especie silvestre en el país (SEMARNAT, 2000).

Dos años después, el 6 de marzo del 2002, se aprobó como definitiva la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, que derogó a la NOM-059-ECOL-1994 (SEMARNAT, 2002).

Los objetivos de la NOM-059-SEMARNAT-2001 son identificar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana por medio de la integración de las listas correspondientes; así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo, mediante la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México (MER), que se describe en el Anexo Normativo I de dicha Norma.

Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 se presenta a manera de Anexo Normativo II, el listado oficial de especies en riesgo integrado por 2571 taxa de anfibios, aves, hongos, invertebrados, mamíferos, peces, plantas y reptiles, con alguno de los siguientes estatus:

“E” probablemente extinta en el medio silvestre, especie nativa de México, cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban; y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.

“P” en peligro de extinción, aquella cuya área de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como: modificación o destrucción del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

“A” amenazada, aquella que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir en forma directa el tamaño de sus poblaciones.

“Pr” sujeta a protección especial, especie que podría llegar a encontrarse amenazada por los factores que inciden de manera negativa en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la de las poblaciones de taxa asociados.

Para el caso específico de los hongos silvestres, en la NOM-059-SEMARNAT-2001 se enlistan 42 especies, de las cuales 30 son alucinógenas, 11 comestibles y sólo una tóxica que están adscritas a siete familias y 11 géneros; además proporciona datos referentes a su nombre científico y común, categoría de riesgo y

distribución. Entre las comestibles se presenta al taxón *Boletus edulis* “selpanza” como amenazada y no endémica.

La vigilancia del cumplimiento de la NOM-059-SEMARNAT-2001 le corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Además, es necesario señalar que no concuerda con ningún lineamiento internacional (SEMARNAT, 2002).

En el 2002 la oficina estatal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Durango por medio de su portal de Internet divulgó un listado preliminar de hongos amenazados en esa entidad. La lista incluye sólo cuatro especies: *Agaricus augustus* (Fr.), *Tricholoma magnivelare*, *Amanita muscaria* (L.: Fr.) Hook y *Boletus edulis*; así mismo proporciona datos en cuanto a nombres comunes, categoría de riesgo (amenazada y sujeta a protección especial) y distribución. En ella *Boletus edulis* se reconoce por los nombres comunes de “selpanza” y “marquezote”, presenta la categoría de riesgo de amenazada y una distribución no endémica (www.semarnat.gob.mx/durango/pdf/nom059%20hongos%Durango%202002).

Durante el 2004 la Comisión Nacional para Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, por medio del Instituto Nacional de Ecología (INE) publicaron en sus respectivas paginas Web (www.ine.gob.mx/dgoece/con_eco/index_nom59.html; www.conabio.gob.mx/instituto/proyectos/doctos/primer_convocatoria_2004.html), una invitación para que las distintas instituciones relacionadas con el estudio de la diversidad biológica presentaran propuestas de modificación a la lista de especies en riesgo incluidas la NOM-059-SEMARNAT-2001, con el propósito de actualizar y organizar la información sobre los diversos grupos biológicos enlistados y determinar la categoría de riesgo que puede ser asignada a cualquier especie silvestre en el país, con base en la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las especies silvestres en México (MER).

En respuesta a la convocatoria se recibieron 1449 proyectos para modificar o validar la categoría de riesgo de la mayoría de los grupos biológicos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Sin embargo al examinar el número de propuestas para la recomendación, reclasificación o exclusión de los 42 hongos silvestres presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2001, resulta que no existen informes (www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/introduccion.html).

Bajo el panorama antes expuesto, la presente investigación tiene la finalidad de recopilar en primer instancia la información técnica-científica que fundamente la validación de la categoría riesgo de *Boletus edulis* en la NOM-059-SEMARNAT-2001, mediante la aplicación del MER.

La elección de *Boletus edulis* de entre las 11 especies fúngicas comestibles enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, obedeció a que son escasos los ejemplares de herbario y pocos son los estudios que se tienen registrados en el país para cada uno de los taxa del género *Morchella* incluidos en la citada NOM, por lo que no hay suficiente información micológica mediante la cual se pueda sustentar la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres de México para validar sus categorías de riesgo. Así mismo, por presentar una mayor demanda comercial a nivel nacional e internacional y un alto valor de uso (autoconsumo) en comparación con otros hongos incluidos (*p. ej:* *Agaricus augustus* Fr.), además en el 2000 se hizo la propuesta (informe técnico no publicado) para modificar la categoría de riesgo de la especie *Tricholoma mangivelare* (Peck) Readhead con base en el MER (Zamora-Martínez, 2006 *com. pers*).

A continuación se proporciona la taxonomía y la relevancia ecológica, social y económica de *Boletus edulis*.

Taxonomía

Boletus edulis Bulliard 1791: Fr. (1821)

Bulliard, Herviré de la France, Histoire p. 322, (1791)

Fries, Systema Mycologicum I, p 392, (1821)

Del latín *bolet-bolites*: terrón, gleba, bola o grumo de tierra; por la forma y color del píleo que se asemeja con un montículo de tierra. Del latín *edulis*: cosa de comer o buena para comer (Moreno-Fuentes, 2002).

Ubicación taxonómica (modificado de: Herrera y Ulloa, 1990; Snell y Dick, 1970 y García, 1999).

Reino: Fungi
División: Eumycota
Subdivisión: Basidiomycotina
Clase: Holobasidiomycetes
Subclase: Hymenomycetidae
Orden: Agaricales
Suborden: Boletinae
Familia: Boletaceae
Subfamilia: Boletoidae
Género: *Boletus*
Sección: *Boletus*
Subsección: *Boleti*
Especie: *edulis*
Subespecies: *pinicola*
aestivalis
reticulatus
clavipes
aurantiorubrer
subcaerulescens

Sinonimias Nomenclaturales

- ≡ *Leccinum edule* (Fries) S.F. Gray, Nat. Arr. Brit Pls. 1647 (1821)
- ≡ *Tubiporus edulis* (Fries) Karsten, Rev. Mycol. 3:16 (1881)
- ≡ *Dyctyopus edulis* (Fries) Quélet, Enchir. Fung., p. 159 (1886)

Sinonimias Taxonómicas

- = *Cerionomyces crassus* Murrill, Mycologia 1:149 (1909)
- = *Boletus crassus* (Murrill) Jaczewski, Opred. Gris. 1:549 (1913)

Descripción

La siguiente descripción se basó en la propuesta para *Boletus edulis sensu stricto* por García y Castillo (1981), debido a que son considerados los taxónomos que más han trabajado con el grupo de Boletáceos en México.

Características macroscópicas

Píleo 80-150 mm de diámetro, convexo, superficie lisa, seca, aunque a veces subvíscosa cuando húmeda, de colores crema, café pálido o café canela.

Himenóforo adherido o deprimido, tubos de más de 10 mm de largo, blanquecinos a amarillo-oliváceos; poros con tonalidades parecidas a los tubos, circulares, pequeños a medianos.

Estípíte de 50-80 x 15-50 mm, claviforme a bulboso, reticulado, blanco o de color café canela pálido.

Contexto blando, blanquecino, no cambia de color al exponerse al aire; olor agradable, fungoide cuando fresco y a nuez cuando seco, sabor dulce. Micelio blanco.

Características microscópicas

Esporas de 14-17 x 4-6.5 μm , fusiformes a subelipsoides, hialinas a ocre pálido, lisas. *Basidios* de 29-40 x 10.5-11.5 μm , claviformes, hialinos. *Pleurocistidios* de 46-51.5 x 5-6.3-10 μm , fusoides-ventricosos, hialinos.

Reacciones químicas

El hidróxido de potasio (KOH) sobre el contexto puede reaccionar de forma negativa, o bien, de color café; con el fenol se presentan tonalidades de color rosáceo. La superficie del píleo no reacciona con el amoníaco (HN₃) o puede reaccionar de color naranja, y con KOH la reacción es variable.

Afinidades taxonómicas

Boletus edulis se caracteriza por presentar una amplia variabilidad morfológica, misma que ha dado lugar a múltiples confusiones en la determinación del material recolectado en diferentes regiones del mundo. A nivel internacional Wang *et al.* (1995) y Hall *et al.* (1998), así como Phillips (1991) determinan a *Boletus edulis sensu lato* (sentido amplio) como un complejo de especies (o subespecies) constituido por: *B. edulis* Bull.: Fr. *sensu stricto*, *B. aereus* Bull.: Fr.; *B. aestivalis* Paul.: Fr.; *B. pinophilus* Pilát et Dermek, *B. pinicola* (Vitt.) Venturi, *B. reticulatus* Boud.; y posiblemente *B. appendiculatus* Schaeff.: Fr.

La similitud de las especies que conforman el complejo *Boletus edulis*, en muchas ocasiones se basa en las características macroscópicas de los esporomas (estructura reproductiva), entre las cuales sobresale el color del píleo, mismo que podría ser influido por los siguientes factores ambientales: intensidad de la luz, grado de humedad y composición del suelo; así como por la etapa de desarrollo del carpóforo (Wang *et al.*, 1995).

Bajo este contexto, en España, Calonge (1990) considera que *Boletus edulis* es muy parecido a *B. aestivalis* Paul.: Fr. y a *B. pinicola*; sin embargo, los diferentes períodos de aparición de sus fructificaciones (fenología reproductiva) y coloración, los separa en especies independientes. Para la costa de California en los Estados Unidos, Thiers (1975) observó que *B. edulis* se asemeja a *B. fibrillosus* Thiers, y a *B. aereus*; no obstante, se distinguen por el tipo de ornamentación del píleo y estípite, además por las coloraciones desiguales que presentan el himeneo y píleo.

En México, García (1993) señaló que el típico *Boletus edulis* no se desarrolla en la República Mexicana, a pesar de que Thiers (1975) y Snell y Dick (1970) lo aceptan como especie válida y muy abundante. Además de lo anterior, existen trabajos micológicos realizados por diversos investigadores en distintas partes del país en los que se ha identificado o determinado a *Boletus edulis sensu stricto* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Autores que citan a *Boletus edulis (sensu stricto)* en México.

Autor	Año	Autor	Año
Gispert	1958	Zarco	1986
Herrera y Guzmán	1961	Cifuentes <i>et al.</i>	1987
Welden y Guzmán	1978	Colón	1987
Cifuentes <i>et al.</i>	1980	González	1987
León y Guzmán	1980	Aguilar-Pascual	1988
Cifuentes <i>et al.</i>	1981	Cifuentes <i>et al.</i>	1988
García y Castillo	1981	Pérez-Moreno y Villarreal	1988
Mapes <i>et al.</i>	1981	Carrillo-Terrones	1989
Cifuentes <i>et al.</i>	1982	Cifuentes <i>et al.</i>	1990
Frutis	1982	Moreno-Zárate	1990
Frutis y Guzmán	1983	Nava	1990
Martínez-Alfaro <i>et al.</i>	1983	Cifuentes y Pérez-Ramírez	1991
Meneses y Lagos	1983	Nava	1991
Acosta y Guzmán	1984	Díaz-Barriga	1992
Aroche <i>et al.</i>	1984	Jiménez	1992
Ayala y Guzmán	1984	Montoya-Esquivel	1992
Cifuentes <i>et al.</i>	1984	Cifuentes <i>et al.</i>	1993 ^a
Guzmán y Villarreal	1984	Cifuentes <i>et al.</i>	1993 ^b
Rodríguez-Scherzer y Guzmán-Davalos	1984	Moreno-Fuentes <i>et al.</i>	1994
Quintos <i>et al.</i>	1984	Pardavé	1996
Cifuentes <i>et al.</i>	1985	Guzmán	1997
Garza <i>et al.</i>	1985	Moreno	2003
Villarreal y Guzmán	1985, 1986a y 1986b		

Así mismo, se han publicado otros estudios en los que citan algunas de las subespecies o variedades del taxón, e incluso en ciertos casos *Boletus edulis* se identificó como sinónimo de otras especies o bien a manera de complejo (Anexo 1).

En el país los taxa que con mayor frecuencia se confunden con *Boletus edulis* son: *B. aestivalis* el cual se diferencia por el estípote profusamente reticulado, el píleo pulvinado o finamente tomentoso-granuloso, hasta agrietado (Acosta y Guzmán,

1984); *B. pinicola* se distingue por el color rojizo del píleo, además de presentar esporas más grandes (García y Castillo, 1981). García (1999) describe a *B. variipes* Peck como una de las subespecies que forma parte del complejo *Boletus edulis*; sin embargo, la coloración beige o crema amarillento del píleo, el cambio de coloración del contexto al contacto con el aire y el tamaño de las esporas la separan en otra especie. También discute que *B. clavipes* (Berk) Pilát & Dermek, es otro de los hongos identificado como *B. edulis* en los estados del centro del país; no obstante, las tonalidades café anaranjado a café rojizo del píleo lo segrega en otro taxón. Por otro lado el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF), de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, señala que *B. edulis* ssp. *clavipes* dista de *B. edulis* ssp. *pinicola* y *B. edulis* ssp. *reticulatus* por el color, consistencia y ornamentación del píleo; y en particular de *B. edulis* ssp. *pinicola* por el tamaño de las esporas (www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html).

Nombres comunes

En el contexto mundial *Boletus edulis* se conoce por los diversos nombres que se indican en el Cuadro 3, Hall *et al.* (1998) señalan que Cepe, Porcino, Steinpilz y King Bolete son los que se usan con mayor frecuencia para reconocerlo en el comercio internacional.

En México la gente de las comunidades cercanas a las zonas boscosas que se dedican a la recolecta de hongos silvestres comestibles le han asignado al complejo *Boletus edulis* una amplia variedad de nombres comunes (Cuadro 4), que en algunos casos se basan en comparaciones morfológicas, o bien en los hábitos de fructificación; *p. ej.*: Mapes *et al.* (1981), citan que en la región Purépecha, “pantereko” alude a formas de piezas de pan grandes, y “pékju” significa panza; Guzmán (1997) reconoció el término “corralito”, que se refiere a los hongos que crecen por arriba del suelo en forma de anillo; Domínguez (1997) registró la palabra “pancita” por su consistencia esponjosa y tersa; Gispert *et al.* (1984) documentaron a “mazayel”, vocablo que proviene del Náhuatl

maza=venado y *ye*=hiel, “la hiel del venado”, que asemeja al hígado de este animal.

Cuadro 3. Nombres comunes de *Boletus edulis* registrados en distintos países del mundo.

País	Nombre(s) común(es)	Referencia
Alemania	Steinpilz	Wang <i>et al.</i> (1995) Hall <i>et al.</i> (1998)
Canadá	King bolete Red tops	Berch y Cocksedge (2003)
China	Zhutui-mo Dajiao-gu	Wang <i>et al.</i> (1995)
Estados Unidos	Bun mushroom Cep King bolete	Molina <i>et al.</i> (1993) Wang <i>et al.</i> (1995) Pilz y Molina (2001)
Eslovaquia	Dúbak Hrib smrekobý	http://www.wikipedia.org/wiki/Porcini (2006)
España	Boleto Calabaza Boleto comestible Sureny Omtozuri Ondo	Calonge (1990) United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)
Francia	Cep Penny bun Cépe de bordeaux Bolet	Wang <i>et al.</i> (1995) http://www.mushroomexpert.com/boletus_edulis.html . United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)
Guatemala	Rusemit kuk Semita de ardilla	Guzmán (1997)
Hungría	Vargánya	http://www.wikipedia.org/wiki/Porcini (2006)
Italia	Porcino Porcini Boleto rey	Wang <i>et al.</i> (1995) Hall <i>et al.</i> (1998) Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a) http://www.mushroomexpert.com/boletus_edulis.html United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)
Lituania	Baravykas	http://www.wikipedia.org/wiki/Porcini (2006)
Polonia	Borowik	http://www.herbarium.usu.edu/fungi/funfacts/name-game.html (2006)
Rusia	Belyj grib Borowik	http://wikipedia.org/wiki/Porcini (2006)
Suecia	Stensop	http://www.herbarium.usu.edu/fungi/funfacts/name-game.html (2006)

Cuadro 4. Nombres comunes del complejo *Boletus edulis* registrados en México.

Estado	Nombre(s) común(es)	Referencia
Aguascalientes	Pambazo, cepa y cemita	Pardavé (1996)
Chihuahua	Esponjita	Moreno-Fuentes <i>et al.</i> (1994) Guzmán (1997) http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
Durango	Selpanza y marquezote	http://www.semarnat.gob.mx/durango/pdf/nom059%20hongos%Durango%202002
Distrito Federal	Pambazo, cema, cemita y pancita	Herrera y Guzmán (1961) Gispert <i>et al.</i> (1984) Nava (1991) Jiménez (1992)
Estado de México	Pancita, pancita blanca, cemita, mazayel, pancita de lobo, pancita de res, pancita de ternera, panza de vaca, pékju* , kethá* y pambazo	Herrera y Guzmán (1961) Estrada-Torres y Aroche (1987) Carrillo-Terrones (1989) Moreno-Zárate (1990)
Hidalgo	Panadero de encino, pancita, panadero, cema y pante	Herrera y Guzmán (1961) Dominguez (1997)
Michoacán	Cema, cemita, panatereku**, pantereko**, peapiti** y hongo de pan	Mapes <i>et al.</i> (1981) Díaz-Barriga (1992) Gómez <i>et al.</i> (2005)
Morelos	Pancitas y semitas	Mora <i>et al.</i> (1990)
Oaxaca	Hongo de pan, cema, cemita, esponjita, pambazo, panza, panza de buey, hongo de esponja, lengua de toro y hongo de jícara	Blanc (2001) http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
Puebla	Poposito y mazayel	Herrera y Guzmán (1961) Alvarado y Manzola (1993)
Querétaro	Hongo cabeza negra	Alvarado <i>et al.</i> (1998) Guzmán (1997)
Tlaxcala	Pambazo, cema, panadero, pancita, panza de vaca, ketha*, pékju*, tlacoyo, pancita de lobo, hongo cabeza negra, poposo, pante angora, pante blanco, pante cimarrón, pante morenito, pante de zacatón, el pan y Chipito de toro	González (1987) Montoya-Esquivel (1992) Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
Veracruz	Pancita, tlacoyos, pambazos, chipo de toro, pancita, selpanza, hongo panza y pijo*	Villarreal y Pérez-Moreno (1989) Guzmán (1997)
Región central***	Corralito, hígado de ciervo, hongo panza, pambazo, panadero de encino, pancita, pancita blanca, pancita de res, vaca y ternera; pante, panza, poposito, poposo, sema, semita, clavo de yollami	Guzmán (1997)

*Nombre en otomí

**Nombre en purépecha

***No se indican los estados precisos

Algunos de los nombres populares asignados al complejo *Boletus edulis*, incluyen a otras especies, tal es el caso de: “pantareko” que comprende seis taxa, a saber: *Boletus frostii* Rusell, *B. aestivalis*, *Suillus luteus* (Fr.) S. F. Gray, *S. granulatus* (Fr.) Kuntze, *Xerocomus spadiceus* (Fr.) Quél., y el propio taxón bajo estudio (Mapes *et al.*, 1981); también por “mazayel” se denomina a *B. aestivalis* (Alvarado y Manzola, 1993); y “pancita” se usa para nombrar varias especies del género *Boletus* y *Suillus* (Domínguez, 1997).

Distribución

Boletus edulis tiene una amplia distribución mundial; ya que se ha registrado en distintos países localizados en los cinco continentes (Cuadro 5), de ellos Europa es el que cuenta con el mayor número de naciones donde se ha recolectado, y en el cual se desarrolla de manera natural desde el norte de Escandinavia hasta el extremo sur de Grecia e Italia (Wang *et al.*, 1995; Hall *et al.*, 1998). Para Asia, África y Oceanía pocas son las fuentes de información que documentan su existencia, además los autores antes mencionados, señalan que esta especie fue introducida de manera accidental a países de los dos últimos continentes. En América su distribución comprende norte, centro y parte de sudamérica (Boa, 2004).

Ecología

La especie *Boletus edulis* se desarrolla en una amplia variedad de hábitats (Hall *et al.*, 1998). En China prospera en bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus*, a una altitud de 200 a 1500 m. (Wang *et al.*, 1995); en el sur de África se localiza en zonas forestales constituidas por diversas especies de *Pinus*, en altitudes que van desde los 900 hasta 1500 m (Hall *et al.*, 1998.); en Soria, España se presenta en masas puras de *Pinus* sp. (Martínez *et al.*, 2003) y en Norteamérica crece en áreas conformadas por coníferas (Molina *et al.*, 1993).

Cuadro 5. Países en los que se han recolectado ejemplares de *Boletus edulis*.

País	Referencia
Alemania (oeste y este)	Arnolds y de Vries (1993)
Bulgaria	Iordanov, Vanev and Fakirova (1978)* Drumeva-Dimcheva, y Gyosheva-Bogoeva (1993)
Canadá	http://www.for.gov.bc.ca * Berch y Cocksedge (2003)
Checoslovaquia	Arnolds y de Vries (1993)
China	Winkler (2002)*
Dinamarca	Arnolds y de Vries (1993)
España	Calonge (1990) Martínez <i>et al.</i> (1997)* De Román y Boa (2004)
Estados Unidos	Pilz y Molina (1996) http://www.mycoweb.com/CAF/species/Boletus_edulis.html
Federación de Rusia	Vasil'eva (1978)*
Finlandia	Arnolds y de Vries (1993)
Guatemala	Flores (2002)* Guzmán (1997)
Gran Bretaña	Arnolds y de Vries (1993)
Holanda	Arnolds y de Vries (1993)
India	Boruah <i>et al.</i> (1996)*
Italia	Perini <i>et al.</i> (1993)
Marruecos	FAO (2001b)*
México	http://www.semarnat.gob.mx *
Mozambique	Uaciquete <i>et al.</i> (1996)*
Nepal	Adhikari y Durrieu (1996)*
Noruega	Arnolds y de Vries (1993)
Nueva Zelanda	Wang <i>et al.</i> (1995)
Perú	Diez (2003)*
Polonia	http://www.gryzby.pl/gatunki/Boletus_edulis.html
Suecia	Arnolds y de Vries (1993)
Turquía	Kôstekci <i>et al.</i> (2005)

Fuente: *Modificado de Boa (2004)

En México los principales tipos de vegetación en que ha sido recolectado el complejo *Boletus edulis* son los bosques templado-fríos, en especial aquellos representados por taxa de los géneros *Pinus* y *Pinus-Quercus* (Anexo 2), donde

sus esporomas crecen en forma solitaria o gregaria, y habitan sustratos como el suelo (terricola) o la cubierta vegetal aún no desintegrada (humícola) (Cuadro 6).

Los climas predominantes en las áreas de la distribución natural del complejo *Boletus edulis* en su mayoría corresponden a los templados-húmedos, no obstante se han registrado otros como los semicálidos (Anexo 3). En cuanto a las unidades edafológicas asociadas al taxón *sensu lato* se presentan Andosoles húmicos, mólicos y ócricos; Litosol, Luvisoles crómicos y órticos; Regosoles (Anexo 4). Las altitudes en que se han recolectado sus carpóforos van de los 1000 a 3200 m (Cuadro 7).

Boletus edulis es un hongo ectomicorrizógeno que se asocia a las raíces de diversas especies arbóreas que pertenecen a las familias *Pínaceae*, *Betulaceae* y *Fagaceae* (Amaranthus y Pilz, 1996; López-Eustaquio, 2000; Blanc, 2001); su presencia facilita la absorción y el transporte de agua, nutrimentos y minerales del suelo hacia el sistema radicular de sus hospederos; además incrementa la resistencia de los árboles contra organismos patógenos y modifica las características del suelo, por lo que representa un elemento ecológico importante para el mantenimiento óptimo de los bosques templado-fríos.

En México los individuos del complejo *Boletus edulis* se asocian a diversas especies de *Pinus* y *Quercus*, entre las que se han registrado: *Pinus montezumae* Lamb, *P. patula* Schltdl. et Cham., *P. teocote*, Schltdl. et Cham., *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Q. crassipes* Humb. et Bonpl. y *Q. rugosa* Née (Anexo 5).

Conviene mencionar que los datos registrados referentes a climas, unidades edafológicas, altitudes y tipos de vegetación corresponden a las zonas/regiones de estudio o a los rodales en los que se ha citado la presencia del complejo *Boletus edulis*.

Cuadro 6. Hábitos registrados para el complejo *Boletus edulis* en México.

Solitario	Gregario	Humícola	Terrícola	Referencia
	X			Gispert (1958)
X				Guzmán (1977)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1980)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1981)
		X		García y Castillo (1981)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1982)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1984)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1985)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1986)
			X	Meneses y Lagos (1983)
			X	Guzmán y Villarreal (1984)
X			X	Villarreal y Guzmán (1985, 1986a y 1986b)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1987)
		X		Colón (1987)
		X		González (1987)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1990)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1991)
			X	Cifuentes <i>et al.</i> (1992)
X				Díaz-Barriga (1992)
			X	Alvarado <i>et al.</i> (1992)
			X	Alvarado y Manzola (1993)
X	X		X	Cifuentes <i>et al.</i> (1993a)
X	X			Pedraza <i>et al.</i> (1994)
			X	Domínguez (1997)
X	X			López-Eustaquio (2000)
			X	Moreno-Fuentes (2002)
X	X			http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
X	X		X	United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)

Cuadro 7. Altitudes asociadas al complejo *Boletus edulis* en México.

Altitud (m)	Referencia
3200	Gispert (1958)
1500-3200	Herrera y Guzmán (1961)
2100 y 2350	Welden y Guzmán (1978)
2380	Ayala y Guzmán (1984)
2850-2900	Aroche <i>et al.</i> (1984)
2400	Quintos <i>et al.</i> (1984)
2850	Villarreal y Guzmán (1985, 1986a y 1986b)
1500-1900	Garza <i>et al.</i> (1985)
2900 y 3200	Colón (1987)
2300-2900	Cifuentes <i>et al.</i> (1990)
1900	Nava (1990)
3050-3150	Moreno-Zárate (1990)
3000-3050	Alvarado y Manzola (1993)
2600-3150	Pedraza <i>et al.</i> (1994)
1940	Domínguez (1997)
2610	Montañez (1999)
3200	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
1500-3200	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000b)
2100 y 2350	Blanc (2001)
2400-3000	http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
1000	Moreno (2003)
2380	United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)

La época en que emergen los esporomas (fenología reproductiva) depende del ciclo de lluvias, por lo que difiere de un país a otro. En China, empieza a partir de mayo y termina en octubre; en el Reino Unido ocurre a principios de agosto y continúa hasta octubre; para la región noroeste de California en los Estados Unidos inicia a finales de noviembre y diciembre; en Nueva Zelanda la temporada comprende los últimos días de enero y se extiende a mediados de mayo (si no hay heladas), siendo los meses de febrero-marzo los de mayor presencia; y en Canadá tiene lugar de julio a octubre (Wang *et al.*, 1995; Hall *et al.* 1998; Phillips, 1991).

En la República Mexicana, según los diversos trabajos indicados en el Cuadro 8, el periodo de fructificación del complejo *Boletus edulis* comienza durante el mes de mayo para culminar en noviembre, los meses de julio, agosto y septiembre son identificados como los de más alto rendimiento en cuanto a su productividad natural.

Usos

Comestible, *Boletus edulis* es una especie muy apetecible debido a que sus fructificaciones poseen un excelente sabor, por lo cual tienen un alto valor de uso (autoconsumo) en sus áreas de distribución natural (Zamora-Martínez *et al.*, 2001). En países europeos los esporomas se consumen frescos, deshidratados y en conserva (salmuera o aceite); en la cocina occidental, en particular la mediterránea, representan un condimento muy apreciado (United Nations Environment Programme *et al.*, 2003). En el ámbito nacional, los ejemplares frescos del complejo *Boletus edulis* se comen asados, fritos en manteca con sal, o con huevo (a manera de torta); además se ha registrado otra manera de consumir este recurso fúngico, que consiste en dejar secar los esporomas de forma directa al sol, para después guardarlos y se puedan disfrutar fuera de la temporada o cuando se necesiten (Montoya-Esquivel, 1998).

Cuadro 8. Fenología reproductiva registrada para el complejo *Boletus edulis* en México.

Periodo de fructificación							Referencia
Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
		Yellow	Yellow	Yellow			Herrera y Guzmán (1961)
		Cyan	Cyan	Cyan			Aroche <i>et al.</i> (1984)
			Green	Green	Green		Gispert <i>et al.</i> (1984)
			Purple	Purple	Purple		Villarreal y Guzmán (1985)
			Cyan	Cyan			Villarreal y Guzmán (1986a)
		Purple					Villarreal y Guzmán (1986b)
Grey	Grey	Grey	Grey	Grey			Carrillo-Terrones (1989)
Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow			Aguilar-Pascual (1988)
	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Purple	Moreno-Zarate (1990)
		Cyan	Cyan	Cyan	Cyan		Jiménez (1992)
		Yellow	Yellow	Yellow			Díaz-Barriga (1992)
Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange		Montoya-Esquivel (1992)
	Green	Green	Green				González –Velázquez y Valenzuela (1993)
		Blue	Blue	Blue	Blue		Alvarado y Manzola (1993)
	Orange	Orange	Orange				Domínguez (1997)
	Pink	Pink	Pink				López-Eustaquio (2000)
		Blue	Blue				Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
	Light Green	Light Green	Light Green				Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000b)
				Red	Red		Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000c)
	Green	Green	Green	Green	Green		Blanc (2001)
	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue			http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
			Orange	Orange	Orange	Orange	Zamora-Martínez (2002)
	Purple	Purple	Purple	Purple			Moreno (2003)
	Cyan	Cyan	Cyan	Cyan			United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)
				Dark Green	Dark Green		Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2005)

Terapéutico, sus fructificaciones se utilizan en la medicina tradicional. En China se emplean para estimular la circulación de la sangre y relajar los músculos y articulaciones (Hall *et al.*, 1998). En México se usan contra el dolor de tendones, reumatismo, tétanos y como antitumoral (Guzmán, 1997; www.semamat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html).

Comercialización

Boletus edulis destaca entre los hongos silvestres comestibles de mayor demanda internacional (Villarreal y Gómez, 1997), sus mercados potenciales se localizan en países como: Estados Unidos, China, Francia, España, Alemania e Italia donde se vende y consume fresco, deshidratado y en conserva (Hall *et al.*, 1998; Zamora-Martínez *et al.*, 2000a; www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html; United Nations Environment Programme *et al.*, 2003). Los italianos dominan las exportaciones de las diferentes presentaciones comerciales tanto en el continente Europeo, como en el Americano (Boa, 2004).

Su valor económico fuera de México depende de la calidad de los ejemplares frescos, la forma en que el producto se comercializa, su abundancia durante la temporada y el país o región donde se venden. Los precios altos se registran en el mercado europeo; en Francia e Italia los esporomas secos se cotizan a “precio de oro” (Tablada, 1983). En el Cuadro 9 se presentan algunos costos que alcanza el producto en diversos países.

En la Republica Mexicana los ejemplares del complejo *Boletus edulis* se venden mediante tres canales de comercialización: a) los informales, los recolectores negocian los esporomas frescos dentro de la comunidad cercana a la zona de recolección, en la que son entregados a domicilios a través de encargos, o bien brindan el recurso por medio del rancheo casa por casa; b) los semi-informales, los vendedores (pueden ser recolectores) ofrecen los esporomas por kilogramos o montones en los “tianguis” locales y regionales ubicados en los poblados o ciudades cercanas a las áreas en las que se extrajo el recurso fúngico y; c) los formales, los comerciantes exponen las fructificaciones en las áreas externas de

los principales mercados del país, donde se puede adquirir junto con otros productos forestales no maderables (carbón, ocote); además de verduras, quelites y chiles (Martínez-Alfaro *et al.*, 1983, Aguilar-Pascual, 1988; Carrillo-Terrones, 1989; Villarreal y Pérez-Moreno, 1989; Mora *et al.*, 1990; Montoya-Esquivel, 1992; Domínguez, 1997; Zamora-Martínez, 1999; Zamora-Martínez *et al.*, 2000a; 2000b; Mariaca *et al.*, 2001; www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html; Edouard y Quero, 2005).

Cuadro 9. Precios de *Boletus edulis* registrados en el mercado internacional.

País	Presentación	Precio	Referencia
España	Deshidratada	€\$6.42/lb.	http://www.mercamania.es/españa
	Salmuera	€\$31.92	
Estados Unidos	Fresca	US\$11/kg	Pilz y Molina (2001) Zamora-Martínez (1999) http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001) http://www.oregonmushrooms.com.porcini_products? (2006)
	Deshidratada	US\$60/lb.	
	Deshidratada	US\$6.00/1oz. US\$13.00/4oz US\$22.00/8oz US\$41.00/1lb	
	Fresca	US\$30.00/1lb	
Francia	Salmuera	€\$31.92/lb	http://www.mercamania.es/españa
Italia	Deshidratada	US\$60.0/lb.	http://www.mercamania.es/españa
Polonia	Deshidratada	US\$59.97/200g US\$22.22/100g US\$19.05/50g US\$7.94/50g	http://www.royalpoland.com/index.php (2006)

En el año 2002 la empresa Envasadora y Empacadora de los Pueblos Mancomunados de la Sierra Norte de Oaxaca, inició la deshidratación de los esporomas del complejo *Boletus edulis* y de otras especies, con lo que se abrió un nuevo canal de comercialización que permite garantizar la disponibilidad del producto a lo largo del año (Edouard y Quero, 2005; Edouard *et al.*, 2006). La presentación deshidratada se distribuye en las principales tiendas de productos gourments y naturistas de Guadalajara, Monterrey, Distrito Federal, Puebla y Oaxaca (United Nations Environment Programe *et al.*, 2003; Edouard *et al.*, 2006).

A nivel nacional el valor del complejo *Boletus edulis* obedece a la calidad de sus fructificaciones frescas, criterios de abundancia, temporada de fructificación, preferencia por sabor y forma en que se comercializa, lo anterior le otorga ser de las especies que registran precios altos (United Nations Environment Programme *et al.*, 2003). Su precio al consumidor fluctúa entre 10 y 80 pesos ya sea por kilogramo o montones (Cuadro 10); una vez deshidratado su costo se incrementa hasta \$1000/kg (Edouard y Quero, 2005). Además hay que resaltar que en una visita realizada a algunas de las más importantes tiendas de productos gourments en el Distrito Federal se registró la existencia de producto deshidratado, el cual es de procedencia extranjera y presenta un mayor precio en comparación con el nacional.

Cuadro 10. Costos del complejo *Boletus edulis* registrados en los mercados de algunos estados de la República Mexicana.

Costo/Unidad	Presentación	Entidad	Año	Referencia
\$2000-\$3000*	Fresca	Distrito Federal	1986-1987	Aguilar-Pascual (1988)
\$6000-\$12000*	Fresca	Veracruz	1986-1988	Villarreal y Pérez-Moreno (1989)
\$8000-\$10000*	Fresca	Estado de México	1990	Moreno-Zarate (1990)
\$1000-\$8000** \$3000-\$8000** \$2000-\$5000**	Fresca	Tlaxcala	1988-1991	Montoya-Esquivel (1992)
\$8.00-\$50.00/kg	Fresca	Estado de México	1991	Palomino-Naranjo (1993)
\$10.00/kg	Fresca	Toluca	1995	Mariaca <i>et al.</i> (2001)
\$20.00-\$40.00/kg	Fresca	Región central***	1999	http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
\$20.00-50.00/kg	Fresca	Oaxaca	2003	UNEP –WCMC y Methodus (2003)
\$214.00/50g****	Deshidratada	Distrito Federal	2006	Observación personal
\$35.00/20g*****	Deshidratada	Oaxaca	2006	Feria del hongo, San Antonio Cuajimoloyas, Oax. (2006)

*Precio en antiguos pesos

**Precio por montón

***No especifica los estados donde se cotizan a esos precios

****Producto importado

*****Producto nacional

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Validar la categoría de riesgo del complejo *Boletus edulis* dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, mediante la aplicación de los criterios del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER).

3.2 PARTICULARES

- Recopilar información técnica-científica referente a *Boletus edulis*, que será utilizada para la aplicación del MER.
- Caracterizar la relevancia social, económica y ecológica que tiene en México el taxón bajo estudio.
- Analizar la normatividad nacional vigente para la recolecta de los hongos silvestres.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es parte del proyecto “Distribución actual y potencial de 20 especies de hongos silvestres comestibles en los bosques templados de coníferas del estado de Oaxaca”, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), financiado por el fondo sectorial SEMARNAT-CONACYT y la CONABIO.

Cabe hacer notar que *Boletus edulis* se considera por diversos autores como un complejo taxonómico conformado por distintas subespecies o variedades muy parecidas entre sí al compartir características morfológicas similares, motivo por el cual la mayoría de ellas para fines prácticos se comercializan comúnmente con el nombre de *Boletus edulis*. Dado que en este estudio no se hizo la revisión macroscópica y microscópica de los ejemplares de herbario consultados, la información curatorial y bibliográfica examinada se manejó bajo el complejo *Boletus edulis*.

4.1 Revisión de herbarios.

Se visitaron las principales colecciones micológicas del país (Cuadro 11), con la finalidad de registrar la información consignada en las etiquetas de herbario pertenecientes a los ejemplares del complejo *Boletus edulis*, que han sido recolectados en las diversas exploraciones realizadas a distintas regiones de la República Mexicana.

De las diferentes colecciones visitadas, las resguardadas en los herbarios IZTA y FEZA no sobresalen dentro de aquellas que cuentan con un gran acervo fúngico; no obstante se tomaron en cuenta para la realización del trabajo por ser de fácil acceso (ubicarse en el área metropolitana del Distrito Federal). En el caso de la depositada en el ITAO, se incluyó debido a la línea de investigación que maneja (etnomicología), puesto que se consideró que los datos obtenidos en ella aportarían mayor información referente al uso que tiene el complejo *Boletus edulis*.

Cuadro 11. Colecciones micológicas revisadas.

Nombre de la Colección	Siglas	Institución
Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Colección de Hongos GASTÓN GUZMÁN HUERTA)	ENCB	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional
Herbario Nacional de México (Colección de hongos)	MEXU	Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Herbario de la Facultad de Ciencias (Sección de Micología)	FCME	Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
Herbario de la Facultad de Estudios Superiores, Unidad Iztacala (Colección de hongos)	IZTA	Facultad de Estudios Superiores, Unidad Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México
Herbario de la Facultad de Estudios Superiores, Unidad Zaragoza (Colección de hongos)	FEZA	Facultad de Estudios Superiores. Unidad Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México
Herbario del Instituto de Ecología (Departamento de hongos)	XAL	Instituto de Ecología, A. C.
Herbario Etnomicológico TEOFILO HERRERA	ITAO	Instituto Tecnológico de Oaxaca, No. 23

De las etiquetas de herbario de cada ejemplar se registraron los siguientes datos: nombre científico con descriptor, familia, nombre(s) común(es), nombre(s) del colector(es), número de colecta, número de catálogo, localidad, altitud, tipo de vegetación (hábitat), tipo de clima (temperatura, precipitación), características edáficas y hábito (sustrato). Una vez obtenidos se anotaron, en primera instancia, en una libreta de campo, después fueron capturados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel, versión 2003) para su posterior análisis.

4.2 Georreferenciación de las localidades de recolecta del complejo *Boletus edulis*

La georreferenciación de los sitios de recolecta del complejo *Boletus edulis* consignadas en las etiquetas de herbario, se hizo mediante su ubicación sobre mapas topográficos (escala 1:50,000) elaborados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1970), para así reconocer sus respectivas coordenadas geográficas (latitud N y longitud W); mismas que coadyuvaron a identificar en las siguientes cartas temáticas del INEGI: altitud (1:50,000), uso de suelo y vegetación (1:250,000), climas (1:500,000) y edafológicas (1:1,000,000) aspectos ecológicos como: altitud, vegetación, clima

(temperatura y precipitación media anual); y unidades edafológicas. Todos los datos recabados se anotaron en una libreta de campo para después incorporarse a la hoja de cálculo que contenía la información curatorial.

4.3 Revisión bibliográfica

Se llevó a cabo la consulta de literatura especializada, en la que estuviera citado el complejo *Boletus edulis*; en particular se revisaron documentos de tipo: micoflorístico, etnomicológico, taxonómico y ecológico; además sobre aprovechamiento, comercialización y conservación.

Las fuentes revisadas fueron publicaciones científicas seriadas como: el Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología (volúmenes 1 al 20), y la Revista Mexicana de Micología (volúmenes 1 al 13); Acta Botánica Mexicana, Anales del Instituto de Biología, Biótica, Micología Neotropical Aplicada, entre otras. Así mismo se examinaron tesis, biología de campo, memorias de congresos, folletos técnicos, guías técnicas, libros, Leyes Federales, Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas y registros de aprovechamiento de hongos silvestres comestibles.

4.4 Validación de la categoría de riesgo del complejo *Boletus edulis*

La validación de la categoría de riesgo asignada al complejo *Boletus edulis* en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se realizó por medio de la aplicación del Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER), que se presenta a manera de Anexo Normativo I en la referida NOM y en la cual se define como aquel que *unifica los criterios de decisión sobre las categorías de riesgo y permite usar información específica que fundamente esa decisión. Se basa en cuatro criterios independientes:*

- A. Amplitud de la distribución del taxón en México.*
- B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.*
- C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón.*
- D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón.*

Cada uno de estos criterios puede jerarquizarse mediante la asignación de valores numéricos convencionales, en orden ascendente de riesgo. Los valores asignados a los criterios se integran por medio de su suma. En términos generales los criterios se consideran independientes entre si, de manera que la sumatoria resulta una evaluación acumulativa de riesgo”.

Se establecen los siguientes intervalos de asignación a categorías de riesgo:

*Una especie o población cuya suma total se sitúe entre 12 y 14 puntos. Será considerada como **en peligro de extinción**.*

*Aquella cuya suma total de puntos se halle entre 10 y 11 puntos. Será considerada como **amenazada**.*

A continuación se definen los criterios detallados para la aplicación del MER:

4.4.1 Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México. *Es el tamaño relativo del ámbito de distribución natural actual en México; considera cuatro graduaciones:*

- I) muy restringida = 4 se aplica tanto para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales con escasa distribución en México (menor a 5% del territorio nacional)*
- II) restringida = 3 incluye especies cuyo ámbito de distribución en México se encuentra entre 5 y 15% del territorio nacional*
- III) medianamente restringida o amplia = 2 incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor que 15%, pero menor al 40% del territorio nacional*
- IV) ampliamente distribuida o muy amplias = 1 incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es igual o mayor que el 40% del territorio nacional*

La determinación de la amplitud de la distribución que ocupa el complejo *Boletus edulis* en la República Mexicana, se hizo con base en la estimación de las superficies que abarcan su distribución conocida y potencial. Además, se establecieron zonas muy aptas, aptas y poco aptas para su desarrollo. A

continuación se detalla la metodología empleada.

Distribución conocida del complejo *Boletus edulis*

A partir de las localidades de recolecta georreferenciadas y de la consulta de documentos referentes a la distribución nacional del complejo *Boletus edulis*, se identificaron los estados y municipios en los que se ha registrado al taxón *sensu lato* bajo estudio, mismos que se utilizaron para obtener el mapa de su distribución conocida en México, el cual se generó mediante su ubicación en la base digital de división política estatal y municipal del INEGI (2000) por medio de un Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2., con las extensiones y módulos: Geoprocessing y Projector.

Con el propósito de precisar la amplitud real de la distribución conocida del complejo *Boletus edulis* en el país, ya que en la información curatorial y la bibliográfica se reconoce que el complejo *Boletus edulis* crece en hábitats específicos, se decidió trabajar de manera particular con los tipos de vegetación asociados a las localidades de recolecta; además dicho requerimiento ecológico es cuantificable y ocupa zonas geográficas mejor delimitadas en el país en comparación con otros, como los climas y las unidades edafológicas.

Para relacionar e identificar que tipos de vegetación se presentan en las localidades donde se han recolectado a los ejemplares del complejo *Boletus edulis*, se elaboró la cartografía de los sitios de recolecta [proceso que derivó de las coordenadas geográficas transformadas a grados decimales en una hoja de cálculo (Microsoft Excel, ver. 2003), e introducidas al programa ArcView 3.2], para después sobreponerse en la base digital de uso de suelo y vegetación (escala 1:250,000) serie II del INEGI (CONABIO, 1999).

Lo anterior permitió tener en una misma cobertura digital los tipos de vegetación asociados a las localidades de recolecta, en la que sólo fueron elegidos los hábitats óptimos para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*; es decir, se

tomaron los correspondientes a los bosques de *Pinus*, bosques de *Quercus*, bosques mixtos (*Pinus-Quercus* o *Quercus-Pinus*), bosque de *Abies* y bosque Mesófilo de Montaña; ya que al examinar la información curatorial y bibliográfica son estos los que se citan como sus hábitats naturales.

Para conocer la extensión que ocupan los bosques templado-fríos seleccionados, en primera instancia se hizo la identificación y el recorte de las entidades federativas que registraron la presencia de la vegetación seleccionada para el crecimiento del complejo *Boletus edulis*, posteriormente se unió con la cobertura de las localidades de recolecta / tipos de vegetación por medio de la extensión Geoprocessing de ArcView 3.2.

Las cifras registradas de las superficies pertenecientes a los tipos de vegetación fueron tabuladas por estado, expresadas en hectáreas y kilómetros cuadrados; en seguida se sumaron para determinar el total, con el que se estimó el porcentaje que representó la distribución conocida del taxón en estudio con respecto al territorio nacional.

Distribución potencial del complejo *Boletus edulis*

Con base en la revisión y en el ordenamiento de los tipos de vegetación, suelos, climas (temperatura y precipitación media anual); así como de la altitud consignados en las etiquetas de herbario, en la literatura consultada y de las cartas temáticas del INEGI (Anexos 2, 3, 4, 7, 9 y 10), se identificaron los requerimientos ecológicos y al mismo tiempo se definieron los intervalos en que prospera el complejo *Boletus edulis* (Cuadro 12), los cuales se procesaron por medio de ArcView 3.2 para crear sus respectivas coberturas digitales, que después se unieron con la extensión Análisis Grid del SIG para generar el mapa donde se localizan las zonas potenciales para el desarrollo del taxón *sensu lato* de interés en la República Mexicana.

Cuadro 12. Requerimientos ecológicos utilizados para obtener la distribución potencial del complejo *Boletus edulis* en México.

Tipos de Vegetación	Tipos de Unidades edafológicas	Altitud (m)	Tipo de Clima	Precipitación media mensual (mm)	Temperatura media mensual (°C)
Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	Andosol-húmico	1000-3200	C(w ₂)	300-2000	8-22
Bosque de <i>Pinus</i>	Feozem-háplico		(A)C(w ₂)		
Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	Cambisol-eútrico		C(w ₁)		
Bosque de <i>Abies</i>	Regosol-eútrico		(A)C(w ₀)		
Bosque de <i>Quercus</i>	Luvisol-crómico		C(w ₀)		
Bosque Mesófilo de Montaña	Regosol-dístrico		C(m)(f)		

Es importante señalar que los tipos de vegetación, unidades edafológicas y climas indicados en el Cuadro 12 corresponden a todos aquellos que han sido citados con más frecuencia en las fuentes consultadas. Para el caso de la altitud el intervalo óptimo se definió mediante la limitación tanto del rango inferior, como del superior de las alturas asociadas a la especie en estudio indicadas en el Cuadro 7.

Respecto a la precipitación y temperatura se decidió trabajar con los promedios mensuales y no con los anuales, puesto que la época de aparición de los esporomas del complejo *Boletus edulis* coincide con la temporada de lluvias, que para el caso de las zonas templadas-frías del país se presenta entre junio y septiembre (Guzmán, 1994); sin embargo, para la realización de este trabajo se tomaron los datos pertenecientes a los meses de mayo a octubre, debido a que es el periodo en el que emergen las fructificaciones del taxón *sensu lato* en cuestión, según los diversos trabajos indicados en el Cuadro 8.

Para crear las coberturas relativas a vegetación, suelos y climas, se usaron las bases digitales de uso de suelo y vegetación (1:250,000) serie II del INEGI (CONABIO, 1999); Edafología (1:250,000) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 1994) y climas (1:1,000,000) (CONABIO, 1995), en ellas se hizo la selección de cada requerimiento ecológico previamente definido (Cuadro 12), mismos que fueron representados en formato vectorial Shapefile, para después convertirse a Grid e integrarse en una sola capa continua por medio del Merge de la extensión Transform Grid de ArcView 3.2. Conviene decir que dicho proceso se realizó para cada requerimiento de manera independiente.

En el caso de la altitud se empleó el modelo de elevación digital (MED) del INEGI (2000) con un tamaño de píxel de 100 x 100 m, sobre el cual se realizó una reclasificación binaria mediante Reclassify de la extensión Spatial Analysis de ArcView 3.2, conforme a los intervalos indicados en el Cuadro 12, asignándole el valor 0 a las elevaciones en las que no crece el taxón *sensu lato* y 1 a los rangos óptimos para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*.

Respecto a la precipitación y temperatura media mensual, se llevó a cabo en primer instancia, un inventario climático a partir de la consulta directa a la base de datos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua “ERIC III” (IMTA, 2006), en la que se seleccionaron todas las estaciones meteorológicas presentes en los estados con registro de recolectas. De ellas se obtuvieron los promedios históricos con un mínimo de 20 años de datos regulares; como ya se mencionó antes se consideraron sólo seis meses (mayo-octubre), periodo que se estableció con base en los datos referentes a la fenología reproductiva del complejo *Boletus edulis* citados en los trabajos bibliográficos (Cuadro 8) y, en el ordenamiento de las fechas de recolecta consignadas en las etiquetas de herbario.

Los datos climatológicos obtenidos se procesaron en ArcView 3.2, y mediante la aplicación del método de Interpolación Inverso de la Distancia (IDW), en el que se usaron seis estaciones meteorológicas cercanas entre sí por medio del Interpolate Grid del SIG, se generaron las capas continuas de temperatura y precipitación media mensual sobre las cuales se realizó la reclasificación binaria con el Reclassify de la extensión Spatial Analysis de ArcView 3.2, conforme a los intervalos indicados en el Cuadro 12. Al igual que en el caso de la altitud, durante la reclasificación se le asignó el valor 0 a las condiciones en las que no crece el taxón *sensu lato* y, 1 para los rangos óptimos.

Creadas las coberturas de cada uno de los requerimientos ecológicos, se procedió a unirlos en una sola capa por medio del Map Calculador de la extensión de Análisis Grid de ArcView 3.2, para así identificar en ella las superficies en las que se reúnen todas las condiciones óptimas o potenciales para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*; una vez obtenida, se sobrepuso con la base digital de división política estatal y municipal del INEGI (2000) para generar el mapa en el que se identifican las entidades federativas de la República Mexicana donde se localizan las superficies potenciales generadas.

A partir del recorte de los estados que registraron área óptima, con la unión del mapa de las zonas potenciales por medio de la extensión Geoprocessing de ArcView 3.2, se obtuvo el valor estimado de las superficies potenciales correspondientes a cada entidad federativa. La determinación del total y el porcentaje que representa del territorio nacional se realizó de la misma forma que para el caso de la distribución conocida.

Áreas muy aptas, aptas y poco aptas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*

Con el propósito de obtener superficies potenciales más precisas para el desarrollo del taxón *sensu lato* estudiado, se definieron áreas muy aptas, aptas y poco aptas. La delimitación de los requerimientos ecológicos utilizados se hizo con

base en el número de registros en las fuentes consultadas, es decir, las más frecuentes definieron las áreas muy aptas; mientras que aquellas con la cantidad de registros intermedios integraron las áreas aptas y, las que tuvieron menos menciones conformaron las áreas poco aptas. Para la altitud, se realizó una modificación de su intervalo, sustentado en lo citado por Rzedowski (1978), de tal manera que el óptimo estuviera en relación directa con los tipos de vegetación. Respecto a la precipitación y temperatura, al igual que para la distribución potencial se trabajó con los promedios mensuales (Cuadro 13).

Cuadro 13. Requerimientos ecológicos empleados para la definición de zonas muy aptas, aptas y poco aptas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis* en México.

Zona	Tipos de vegetación	Tipos de Suelo	Altitud (m)	Tipos de Climas	Precipitación mensual (mm)	Temperatura mensual (°C)
Muy apta	Bosque <i>Pinus-Quercus</i> Bosque de <i>Pinus</i>	Andosol-húmico Feozem-háplico	1000-3000	C(w ₂) (A)C(w ₂)	600-1500	10-20
Apta	Bosque <i>Quercus-Pinus</i> Bosque de <i>Abies</i>	Cambisol-eútrico Regosol-eútrico	1200-3600	C(w ₁) (A)C(w ₀)	400-1150	10-20
Poco apta	Bosque de <i>Quercus</i> Bosque Mesófilo de Montaña	Luvisol-crómico Regosol-dístrico	1200-2800	C(w ₁) C(m)	300-800 1000-2000	10-20

El proceso por el cual se crearon y se unieron las coberturas de cada uno de los requerimientos ecológicos y que generó el mapa con las entidades federativas en las cuales se ubicaron las áreas muy aptas, aptas y poco aptas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*; así como la estimación de la superficie total que ocupan y el porcentaje que representan del territorio nacional, se realizó conforme a la misma metodología que se empleó para calcular la amplitud de la distribución potencial del taxón *sensu lato* en cuestión.

4.4.2 Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón. Es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo natural del taxón que se analiza, en términos de las condiciones físicas y biológicas. No determina la calidad de un hábitat en general. Cuando una especie sea de distribución muy amplia, se hará una estimación integral del efecto de la calidad del hábitat para todo su ámbito. Considera tres valores:

- I) *hostil o muy limitante* = 3
- II) *intermedio o limitante* = 2
- III) *propicio o poco limitante* = 1

A partir de que en la información curatorial y bibliográfica se reconoce a los bosques templado-fríos como el hábitat donde se ha registrado o recolectado al complejo *Boletus edulis* en México con mayor frecuencia, se procedió a identificar en la literatura las causas que amenazan a dicha comunidad forestal para así evaluar su situación actual con respecto a los requerimientos ecológicos necesarios para el desarrollo natural del taxón *sensu lato*.

De los datos estadísticos del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), publicado en la siguiente página Web de la SEMARNAT: www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx, se identificaron a los incendios, la tasa de deforestación y los volúmenes de la producción forestal maderable y no maderable, como algunos de los problemas implicados en la degradación de los hábitats donde crece el complejo *Boletus edulis*, misma que pone en riesgo tanto a las poblaciones de las especies vegetales, como a las de los hongos silvestres (Guzmán, 1995).

En el caso del aprovechamiento maderable se utilizaron los datos registrados para tres grupos de especies (*Pinus*, *Quercus* y *Abies*), puesto que son los taxa representativos de las áreas de interés. Además su explotación intensiva y a menudo inadecuada, ha dado como resultado cambios en las condiciones

ecológicas de los bosques de coníferas y latifoliadas, las que constituyen factores determinantes para el desarrollo de los hongos silvestres (Villarreal, 1994).

Respecto al aprovechamiento forestal no maderable, se empleó la información sobre la resina de pino y la extracción de la tierra de monte, ya que son los principales productos que se extraen de los bosques de clima templado; así mismo en ambos su recolección se considera como una fuente de ingresos económicos para la gente que es dueña o posee estos recursos (SEMARNAP, 1996b; 1996c), lo que la hace una actividad muy frecuente, la cual puede propiciar, por una parte daños a la corteza de algunos hospederos con los que al parecer el complejo *Boletus edulis* forma ectomicorrizas; y por otra incidir el deterioro del suelo, con el consecuente deterioro del hábitat de los diversos organismos que conforman la biota edáfica, entre ellos el micelio de los hongos silvestres (Zamora-Martínez, 1994; Boyas y Reyes, 1997).

Conviene remarcar la existencia de otras amenazas, como los cambios de uso de suelo (para fines agrícolas y ganaderos); plagas y enfermedades forestales; tala clandestina, sobrepastoreo y la extracción de musgo que también inciden de manera directa sobre el hábitat natural en que se desarrolla el complejo *Boletus edulis*, pero se omitieron ya que no se tienen documentos confiables sobre su impacto en las masas forestales.

La información que se empleó es la más actualizada y en algunos casos la única disponible. Para los incendios proviene de la consulta que se realizó al informe semanal de incendios forestales registrados durante el 2006, publicado en: www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/incendios_forestales/reporte_semanal_2006.pdf, que pertenece a la página Web de la Comisión Nacional Forestal; en tanto que la tasa de deforestación procede del SNIARN, revisado vía electrónica en el sitio Web de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales; y respecto al aprovechamiento maderable y no maderable las cifras emanan del

Anuario Estadístico de la Producción Forestal (2004), editado por la SEMARNAT (2006a).

Los datos obtenidos de cada uno de los factores seleccionados se presentan conforme a los cuadros dados en las fuentes consultadas; sin embargo, para los incendios sólo se registró el número de eventos ocurridos por entidad federativa y su correspondiente superficie forestal afectada. En el aprovechamiento maderable y no maderable únicamente se consideraron a los estados que ostentaron valores de producción para los productos de interés.

4.4.3 Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón. *Es el conjunto de factores relacionados con la historia o forma de vida propios del taxón, que lo hacen vulnerable. Dependiendo de la disponibilidad de información específica, algunos ejemplos de tales factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos más relevantes, historia de vida, fenología, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, aspectos alimentarios, variabilidad genética, grado de especialización, tasa de reclutamiento, efecto nodriza, entre otros. El MER considera tres gradaciones numéricas de vulnerabilidad:*

- I) *Vulnerabilidad alta = 3*
- II) *Vulnerabilidad Media = 2*
- III) *Vulnerabilidad baja = 1*

Para ponderar este criterio se consideraron los siguientes factores propios del complejo *Boletus edulis*:

Condición micorrízica, Amaranthus y Pilz (1996); López-Eustaquio (2000) y Blanc (2001) consideran al taxón *sensu lato* en estudio como un hongo ectomicorrizógeno, que mantiene una estrecha asociación simbiótica de carácter mutualista con las raíces de plantas vasculares, en la que el micobionte y el fitobionte reciben beneficios mutuos (Ramírez, 1995). En el caso de las plantas la manifestación más notable del fenómeno de la micorrización es la absorción de

nutrimentos del suelo, además brinda protección contra organismos patógenos, por lo que su presencia representa un importante papel en el funcionamiento y mantenimiento de los bosques templado-fríos (Kong-Luz, 2003). Para los hongos silvestres la relación les permite obtener de las células de la raíz de los árboles las sustancias nutritivas que le ayudan en la producción de estructuras reproductivas (Ramírez, 1995; Zamora-Martínez, 1994).

Dado que la sobrevivencia de los taxa fúngicos ectomicorrizógenos depende de la existencia de los bosques templado-fríos y, puesto que al eliminarse los elementos arbóreos, los hongos asociados a ellos también desaparecen; por tal motivo, se procedió a identificar mediante la revisión bibliográfica la diversidad de especies arbóreas con las que se desarrollan los individuos del complejo *Boletus edulis* y de esa manera inferir la posible especificidad de sus hospederos.

Fenología reproductiva, constituye una fracción fundamental de las diversas estrategias adaptativas utilizadas por las especies fúngicas silvestres (Villarreal, 1994), y del propio complejo *Boletus edulis*, para sobrevivir en sus hábitats específicos; se relaciona con la aparición de las estructuras reproductoras (esporomas) de los hongos superiores, las cuales son parte de los eventos reproductivos sexuales esenciales para la multiplicación de los individuos, la producción de esporas, su dispersión a nuevos sustratos y la resistencia temporal a condiciones adversas (Villarreal, 1994), por lo que una extracción inadecuada de los basidiomas pone en riesgo la variabilidad genética de las especies y la alteración del ciclo biológico (Villarreal, 1994; PROCYMAF, 2001).

Productividad natural, puesto que la estimación cuantitativa de la producción de carpóforos epígeos o hipógeos es un importante indicador indirecto de la actividad de la masa micelial que se distribuye entremezclada en el suelo forestal (Villarreal, 1994), aunado al hecho de que lo único posible de cuantificar en los estudios ecológicos de los hongos silvestres son los cuerpos fructíferos (Villarreal y Guzmán, 1985), se consideró este parámetro como parte de la evaluación del

criterio C del MER (vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón).

Los datos utilizados para los dos primeros factores provienen de la información que se registró en los diversos trabajos bibliográficos revisados e indicados en el Anexo 5 y el Cuadro 8 respectivamente, en tanto que para el último corresponden a las estimaciones cuantitativas para el complejo *Boletus edulis* obtenidas a partir de los estudios generales sobre el monitoreo de la producción de hongos silvestres realizados en los rodales de distintas regiones del país, en diferentes años por los siguientes autores (Villarreal y Guzmán, 1985, 1986a y 1986b; Moreno-Zárate, 1990; Villarreal, 1994; Alvarado y Manzola, 1993; Zamora-Martínez, 2002; Zamora-Martínez *et al.*, 2000c y 2005).

La información registrada para la condición micorrícica se ordenó en un cuadro en el que se integraron las familias y sus respectivas especies arbóreas con las que al parecer el complejo *Boletus edulis* mantiene una asociación simbiótica mutualista. En el caso de la productividad natural se consideraron los estados en los que se tuvieron registros para el taxón *sensu lato* de interés y en los cuales hay investigaciones referentes al monitoreo y estimación de la abundancia (No. de carpóforos/ha) y la biomasa (peso fresco en g/ha). Hay que mencionar que en la mayoría de los estudios revisados las cifras recabadas correspondieron a las calculadas para unidades de muestreo de una hectárea, sin embargo en algunos los valores citados provinieron de parcelas de menor superficie y pertenecieron a los pesos obtenidos directamente en campo.

4.4.4 Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón. *Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros. Se asignan tres posibilidades:*

- I) *Alto impacto = 4*
- II) *Impacto Medio = 3*
- III) *Bajo impacto = 2*

Para determinar el impacto que tiene la influencia humana sobre el complejo *Boletus edulis* en el país, se consideró la información referente a los incendios, la tasa de deforestación y los aprovechamientos maderables y no maderables, empleada en el punto 4.4.2 “criterio B, estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón” del presente estudio, ya que autores como Arnolds (2001) y Villarreal y Pérez-Moreno (1989) mencionan que la mayoría de dichos factores que conllevan a la degradación del hábitat natural en que se desarrollan las poblaciones de hongos silvestres, son inducidos por diversas actividades antropogénicas.

También se usaron los datos disponibles relacionados al aprovechamiento comercial del complejo *Boletus edulis*, para lo cual se examinaron los registros de recolectas de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) correspondientes a los hongos silvestres comestibles, reconocidas por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental adscrita a la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT (2005c) durante el periodo de 2001-2004.

La información obtenida para las UMA's del complejo *Boletus edulis*, se concentró en un cuadro, de tal modo que se identificó el nombre y registro de la UMA, las entidades federativas que notificaron de manera oficial la extracción de este hongo, así como la cantidad (en kilogramos) de los esporomas aprovechados durante la temporada señalada.

Una vez aplicados los criterios del MER, se procedió a sumar los puntajes de cada uno de ellos para así determinar la categoría de riesgo del complejo *Boletus edulis*.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Revisión de herbarios

La revisión de las siete colecciones micológicas seleccionadas generó información para 157 ejemplares del complejo *Boletus edulis* (Cuadro 14). Los datos en las etiquetas referentes a: herbario, colector(es), número de colecta y catálogo; así como fecha de colecta se presentan en el Anexo 6, los de nombre(s) común(es), tipo de vegetación, altitud, hábito y sustrato se indican en el Anexo 7. Los rubros no registrados se designan no disponibles (ND). El arreglo de la información se presenta por colección micológica.

Cuadro 14. Número de ejemplares revisados del complejo *B. edulis* por colección micológica.

Colección Micológica	Número de ejemplares revisados
ENCB	49
MEXU	42
FCME	35
IZTA	8
FEZA	0
XAL	21
ITAO	2
Total	157

5.2 Distribución geográfica

Con base en la información consignada en las etiquetas de herbario, se georreferenciaron las localidades de 152 ejemplares que representaron aproximadamente 97 % del total y a partir de los cuales se identificaron 122 sitios diferentes de recolecta, ubicados en 17 estados y el Distrito Federal (Cuadro 15). El número de ejemplares revisados difiere al de los sitios georreferenciados, debido a que existen esporomas que fueron recolectados en un mismo lugar.

En el Anexo 8 se presentan las localidades con sus correspondientes coordenadas geográficas (latitud N y longitud W). Los datos referentes a climas (temperatura y precipitación media anual) y unidades edafológicas reconocidos en las cartas temáticas del INEGI, se muestran de manera independiente (Anexos 9 y 10) a la que se obtuvo en los herbarios y de la bibliografía consultada.

Cuadro 15. Número de ejemplares revisados y sitios diferentes de recolecta georreferenciados del complejo *Boletus edulis* por entidad federativa.

Entidad Federativa	Ejemplares revisados	No. de sitios diferentes georreferenciados	Entidad Federativa	Ejemplares revisados	No. de sitios diferentes georreferenciados
Chiapas	1	1	Michoacán	11	10
Chihuahua	9	8	Morelos	7	3
Distrito Federal	9	6	Nayarit	1	1
Durango	8	4	Oaxaca	4	4
Estado de México	36	31	Puebla	4	3
Guanajuato	2	2	Querétaro	1	1
Guerrero	17	14	Tlaxcala	3	3
Hidalgo	17	16	Veracruz	24	12
Jalisco	2	2	Zacatecas	1	1
Subtotal	101	84		56	38
Total	157	122			

Algunos sitios de recolecta no fue posible ubicarlos sobre los mapas topográficos, a causa de que la información registrada en las etiquetas de herbario estaba incompleta, o bien se proporcionaba de manera muy general, (p. ej: a nivel de municipio, o de paraje sin un punto de referencia preciso) por lo que se les asignó como localidades con datos insuficientes para georreferenciar.

5.3 Revisión de la literatura

Normatividad

La conservación y aprovechamiento (comercial) del complejo *Boletus edulis* en México se regula mediante diversos instrumentos jurídicos como Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas, los que a continuación se describen:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma, 2005), que tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: definir los principios de política ambiental, la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; así como la protección de la biodiversidad; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, entre otros; define en su artículo tres, Fracción XVII, a los hongos como flora silvestre, que para efectos de la misma ley se entiende como aquellas especies vegetales y fúngicas, que subsisten sujetas a los procesos de selección

natural y que se desarrollan libremente, incluye a las poblaciones o ejemplares de los taxa fúngicos que están bajo control del hombre (SEMARNAT 2005a).

En su artículo 79 señala que para la preservación y el aprovechamiento sustentable de los hongos silvestres, y por ende del complejo *Boletus edulis* (en el entendido que forman parte de la flora silvestre), se deben considerar los siguientes criterios: la conservación del hábitat natural en que se desarrollan, la protección de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; la elaboración de investigaciones que permitan conocer su valor científico y económico para la nación; el conocimiento biológico tradicional y la participación de los habitantes tanto de las comunidades rurales como de los pueblos indígenas en la elaboración de programas de manejo (SEMARNAT 2005a).

Así mismo en el artículo 87 de la referida Ley, se alude que no se podrá autorizar el aprovechamiento de los ejemplares pertenecientes a especies amenazadas o en peligro de extinción, excepto en los casos en que se garantice su reproducción controlada y el desarrollo de sus poblaciones silvestres (SEMARNAT 2005a).

Ley General de Vida Silvestre (última reforma, 2006), encargada de regular la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. En su artículo 56 indica que la Secretaría identificará mediante listas a las especies o poblaciones en riesgo conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, en la cual se debe presentar el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; tendencias y factores de riesgo; además menciona que los listados deben ser revisados y de ser necesario, actualizados cada tres años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población (SEMARNAT, 2006b).

La Ley General de Vida Silvestre en su artículo 58 menciona que entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial. Por su parte el artículo 60 precisa que la Secretaría promoverá e impulsará la conservación de las especies y poblaciones silvestres en riesgo, con base en el desarrollo de proyectos de protección y recuperación (SEMARNAT, 2006b).

Además en su artículo 85 indica que sólo se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares en riesgo cuando se dé prioridad a la recolecta para actividades de restauración, repoblamiento y reintroducción (SEMARNAT, 2006b).

Así mismo, como parte del texto del artículo 87 de la referida Ley, se cita que para el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo se deberá contar con: **a)** criterios, medidas y acciones para la reproducción controlada y el desarrollo de dicha población en su hábitat natural incluidos en el plan de manejo², **b)** medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats y **c)** un estudio de la población y un muestreo de campo. En el caso de poblaciones en peligro de extinción o amenazadas, tanto el estudio como el plan de manejo, deberán estar avalados por una persona física o moral especializada y reconocida, de conformidad con lo establecido en el reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT, 2006b).

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (2006), que tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre, además establece las disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Como parte de su artículo 38 menciona que cuando existan objetivos específicos de aprovechamiento de ejemplares de especies o poblaciones en riesgo, de forma adicional se deberá incluir al programa de manejo el diagnóstico

² Plan de manejo. Documento técnico operativo de las Unidades de Manejo para la conservación de la vida silvestre sujeto a la aprobación de la SEMARNAT, que describe y programa actividades para el manejo de especies silvestres particulares y sus hábitats, además establece metas e indicadores de éxito en función del hábitat y las poblaciones (SEMARNAT, 2006b).

de los factores locales que han llevado a disminuir las poblaciones de dichas especies o a deteriorar sus hábitats, así como las medidas y acciones concretas para contrarrestarlos (SEMARNAT; 2006c).

Por otra parte, en su artículo 41 se cita que para el caso de los taxa amenazados o en peligro de extinción, el plan de manejo correspondiente deberá estar avalado por una persona física o moral con experiencia en el manejo de la vida silvestre y sus hábitats (SEMARNAT; 2006c).

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003), cuya función es reglamentar y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Entre sus objetivos específicos está “Regular el aprovechamiento y uso de los recursos forestales no maderables”, que para efectos de esta Ley se entienden como la parte no leñosa de la vegetación de un ecosistema forestal, y son susceptibles de aprovechamiento o uso, quedan incluidos los líquenes, musgos, hongos y resinas, además de los suelos de terrenos forestales (SEMARNAT, 2003).

En el título cuarto de la citada Ley se presentan los siguientes artículos sobresalientes referentes al aprovechamiento del complejo *Boletus edulis*, en el entendido que forma parte de los recursos forestales no maderables.

Artículo 97, el aprovechamiento de los recursos no maderables sólo requerirá de un aviso por escrito a la autoridad competente. El Reglamento o las Normas Oficiales Mexicanas establecerán los requisitos para llevar a cabo dicha actividad. Artículo 99, únicamente se podrá autorizar el aprovechamiento de recursos no maderables en riesgo, o especies amenazadas, en peligro de extinción, raras o sujetas a protección especial, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas, cuando se dé prioridad para actividades de restauración, repoblamiento y reintroducción que demuestren que contrarrestan el riesgo citado (SEMARNAT, 2003).

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2005), que tiene por objeto regular el manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. En su artículo 53 se señala que el aviso para realizar el aprovechamiento de recursos forestales no maderables al que hace referencia el artículo 97 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, deberá presentarse ante la SEMARNAT mediante un formato que contenga la información básica de la(s) persona(s) interesadas en llevar a cabo tal actividad, además detalla los tramites a realizar y sus condiciones. El aviso debe incluir entre otros requisitos un estudio técnico que contenga a las especies con su nombre científico y común; las estimaciones de las existencias reales de los taxa o de sus partes por aprovechar, las superficies en hectáreas destinadas a la recolección y las cantidades por aprovechar anualmente en metros cúbicos, litros o kilogramos (SEMARNAT, 2005b).

Por su parte el artículo 58 cita que los criterios, las especificaciones técnicas y los periodos de aprovechamiento de los recursos forestales no maderables se determinarán de acuerdo con los ciclos de recuperación y regeneración de la especie y sus partes por aprovechar (SEMARNAT, 2005b).

Norma Oficial Mexicana **NOM-010-RECNAT-1996** que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos (vigente, pero en revisión), indica que la recolección intensiva y selectiva ocasionada por la demanda y el alto valor comercial de *Boletus edulis* y de otros hongos silvestres comestibles, puede ocasionar una sobreexplotación y poner en riesgo su productividad natural. Así mismo menciona que la extracción en las áreas de su distribución natural es una práctica común, ya que se usa con fines alimenticios, principalmente en los estados de la región central, en donde su comercialización representa una importante fuente de ingresos para los dueños y poseedores de tal recurso fúngico, pero que el aprovechamiento irracional puede ocasionar severos daños (SEMARNAP, 1996a).

La NOM-010-RECNAT-1996 postula que para realizar el aprovechamiento de hongos, los interesados deberán presentar por escrito la notificación anual ante la Delegación Estatal de la SEMARNAT en la entidad federativa que corresponda, la cual debe incluir entre otra información los datos personales del dueño o poseedor del predio en el que se realizará la actividad de aprovechamiento, superficie destinada a la recolección, especie(s) y cantidad estimada en toneladas por aprovechar, además de las medidas de protección y mitigación de impactos ambientales negativos que pudiera ocasionar el aprovechamiento (SEMARNAP, 1996a).

La NOM-010-RECNAT-1996 menciona que el aprovechamiento de las “pancitas” o “pambazos” (*Boletus edulis*) y de otras especies comestibles, sólo se podrá realizar en la temporada de recolección que determine la Secretaría competente, de acuerdo con las evaluaciones y estudios técnicos realizados al inicio de la temporada de lluvias, que permitirán definir el periodo de recolecta, con base en la disponibilidad del recurso fúngico (SEMARNAP, 1996a).

Además la NOM cita que el aprovechamiento de los taxa fúngicos quedará sujeto a los siguientes criterios y especificaciones técnicas: sólo se recolectarán los esporomas en la etapa de madurez de cosecha, identificándolos por su forma de botón, tamaño y apertura, según la especie en aprovechamiento, se tiene que remover de manera suave la hojarasca que cubre a los ejemplares del hongo, cortar a nivel del suelo el cuerpo fructífero y cubrir el sitio de donde se extrajo, con la finalidad de proteger el micelio, así mismo se deberán aplicar las medidas de protección al recurso, tales como el control del pastoreo y de otros agentes implicados en la compactación del suelo, además evitar incendios y la extracción de la tierra de monte de las áreas productoras (SEMARNAP, 1996a).

También la NOM-010-RECNAT-1996 especifica que los hongos en peligro de extinción, amenazados, raros o sujetos a protección especial podrán incorporarse al aprovechamiento y que dicha actividad se puede llevar a cabo en zonas declaradas como áreas naturales protegidas siempre y cuando se cuente con la

previa autorización que expida el Instituto Nacional de Ecología de conformidad con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos legales aplicables (SEMARNAP, 1996a).

Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2001**, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Cuyos objetivos son identificar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana por medio de la integración de las listas correspondientes y establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para los taxa o poblaciones, mediante la aplicación del Método de Evaluación de Riesgo de Extinción de Especies Silvestres de México “MER” (SEMARNAT, 2002).

En la NOM se incluye como Anexo Normativo II la lista en la que se identifican a las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial (SEMARNAT, 2002).

La NOM-059-SEMARNAT-2001 menciona que la SEMARNAT, con base en la información disponible, revisará y actualizará el listado de acuerdo con los criterios para la inclusión, cambio o exclusión de especies, subespecies y poblaciones en las categorías de riesgo y de conformidad a las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT, 2002).

Además cita que cualquier persona o institución interesada podrá proponer a la Secretaría la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo de una o más especies, así como la inclusión de una población o de una especie considerada como en peligro de extinción o amenazada, en la categoría de sujeta a protección especial. Las propuestas deben presentar entre otra información: nombre científico válido (citando la autoridad taxonómica respectiva), sinónimos más relevantes, nombres comunes; mapa del área de la distribución geográfica de la(s) especie(s)

o población(es) que se propone incluir, excluir o cambiar de categoría de riesgo y la 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, **b)** relevancia ecológica, taxonómica, cultural y económica, **c)** factores de riesgo reales y potenciales para la especie o población, **d)** análisis pronóstico de la tendencia actualizada de la especie o población referida, **e)** una propuesta general de medidas de seguimiento, aplicables para la inclusión, cambio o exclusión que se solicita, **f)** 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 y **g)** ficha resumen de la información anterior.

La justificación técnica-científica deberá apegarse a lo expresado en el Anexo Normativo I, Método de evaluación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México. En el caso de que la propuesta contemple el cambio de alguna población de una especie considerada como en peligro de extinción o amenazada a la categoría sujeta a protección especial, se deberá presentar la información antes señalada más la siguiente:

a) Los motivos para incluir la población en la categoría de sujeta a protección especial, en lugar de la categoría en la que está listada, **b)** la descripción de la tendencia actualizada de la población referida, en términos de su tamaño y estructura (mediante censo o indicadores) y detallar los métodos usados y **c)** la descripción de todo tipo de uso, manejo o afectación, actual o potencial, ejercidos por el hombre y las consecuencias que tendrán dichas actividades, a corto, mediano y largo plazo (SEMARNAT, 2002).

Con base en lo anterior se puede apreciar que desde hace 13 años el Gobierno Mexicano ha desarrollado una legislación amplia para el aprovechamiento sustentable de los productos forestales no maderables y la protección de especies silvestres consideradas en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a

protección especial (United Nations Environment Programme y World Conservation Monitoring Centre, 2002).

Para el caso específico del aprovechamiento de los hongos silvestres con fines comerciales, la normatividad en vigor obliga a los interesados a realizar diversos tramites administrativos que varían según las especies que se van extraer de sus hábitats naturales, ya que para algunas basta sólo con presentar ante las Delegaciones Estatales de la SEMARNAT el aviso de aprovechamiento (*p. ej: Amanita caesarea*); mientras que para otros taxa fúngicos como el hongo blanco de ocote (*Tricholoma mangivelare*), las colmenillas (*Morchella spp.*) y el hongo de pan (*Boletus edulis*) que ostentan un alto valor comercial y presentan estatus de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, es necesario establecer una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) y elaborar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), estudios técnicos que significan un gasto elevado para los interesados (United Nations Environment Programme y World Conservation Monitoring Centre, 2002; Edouard y Quero, 2005).

De acuerdo con el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (*UNEP*; por sus siglas en inglés) y el Centro de Monitoreo para Conservación Mundial (*WCMC*, por sus siglas en inglés), la elaboración de la MIA para la recolección del “hongo blanco de ocote” o del “pambazo” puede llegar a costar cien mil pesos o más según la dimensión del territorio destinado al aprovechamiento (United Nations Environment Programme y World Conservation Monitoring Centre, 2002).

Bajo este contexto, al revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-1996 considerado como el instrumento jurídico que regula el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles, se aprecia que no existe dentro de su texto, párrafos explícitos en los cuales se mencione la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental durante la extracción de los basidiomas; no obstante en la referida NOM se plantea la necesidad de llevar a cabo acciones para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar el aprovechamiento durante sus distintas etapas de ejecución (SEMARNAP, 1996a).

En cuanto a los precios de los estudios técnicos, el registro de la UMA no representa ningún costo para los interesados, su vigencia es de carácter indefinido. Los formatos y los trámites administrativos para ejecutar la recolección de los hongos silvestres y de otros productos forestales no maderables se pueden conseguir y realizar vía electrónica por medio de la siguiente página Web: www.semarnat.gob.mx/TRAMITESYSERVICIOS/INFORMACIONDETAMITES/Pages/inicio.aspx.

Además existen dependencias de gobierno como la CONAFOR que por medio de su programa PROÁRBOL, otorgan apoyos económicos a los propietarios o poseedores interesados en usar de manera adecuada los recursos forestales maderables y no maderables (SEMARNAT, 2007). En este sentido hay algunos tipos de apoyo dirigidos a los hongos silvestres comestibles, en el entendido que forman parte de los productos forestales no maderables, o bien, si la finalidad es el aprovechamiento comercial de los basidiomas mediante una UMA (Cuadro 16).

Cuadro 16. Apoyos otorgados por la CONAFOR para el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles.

Categoría de apoyo	Clave
A. Planeación y Organización Forestal	A 2.1.2 Programa de manejo forestal no maderable
B. Producción y Productividad	B 2.3 Ejecución del programa de la Unidad de Manejo de Vida Silvestre extensiva

Fuente: SEMARNAT (2007)

En comparación con algunos países europeos *p. ej.*: Italia donde las leyes que regulan el aprovechamiento de los hongos comestibles y trufas (*Tuber* sp.), establecen las cantidades de esporomas permitidos y la prohibición de instrumentos que puedan dañar el estrato húmico del terreno forestal, el micelio de los hongos silvestres y/o el sistema radicular de los árboles (Pacioni, 1993; Salcedo *et al.*, 2001), en México, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Norma Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-1996, presentan disposiciones semejantes; en ellas, se recomienda la recolecta manual de los esporomas, y se señala que deberán definirse las épocas de aprovechamiento, cada año con base en monitoreos al inicio de las temporadas de

lluvias.

Por otra parte, pese a que hay instrumentos oficiales como la Ley General de Vida Silvestre y la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, comprometidas con la conservación de las especies o poblaciones en riesgo, no se han tomado las medidas efectivas para proteger a los taxa fúngicos en peligro de extinción, amenazados y sujetos a protección especial; ya que a diferencia de otros grupos biológicos como las ballenas, tortugas marinas también enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2001, para quienes se han decretado refugios, reservas de la biósfera; los hongos silvestres nunca han sido considerados para la selección de áreas naturales protegidas o parques nacionales (Villarreal, 1994).

En general la falta de una divulgación amplia y clara de los diversos instrumentos jurídicos que regulan la conservación y el aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles; así como de los programas de apoyo económicos para cumplir con dicha normatividad, hacen que muchos de los interesados, quienes desean realizar la extracción de los esporomas para fines comerciales lo vean como un trámite bastante complejo, al grado de considerarlo como una imposición y una medida extrema.

5.4 Aplicación del MER

Justificación técnica-científica

5.4.1 Amplitud de la distribución del taxón

Distribución conocida

Con base en las localidades de recolecta georreferenciadas y en la consulta de documentos referentes a la distribución nacional del complejo *Boletus edulis*, se identificaron un total de 21 entidades federativas y 100 municipios en los que se ha recolectado o registrado el complejo *Boletus edulis* (Anexo 11). De la información curatorial se obtuvieron 18 estados y 71 municipios; en tanto que de la revisión bibliográfica se reconocieron tres estados más; a saber: Aguascalientes, Baja California y Nuevo León; y 29 municipios (Figura 1).

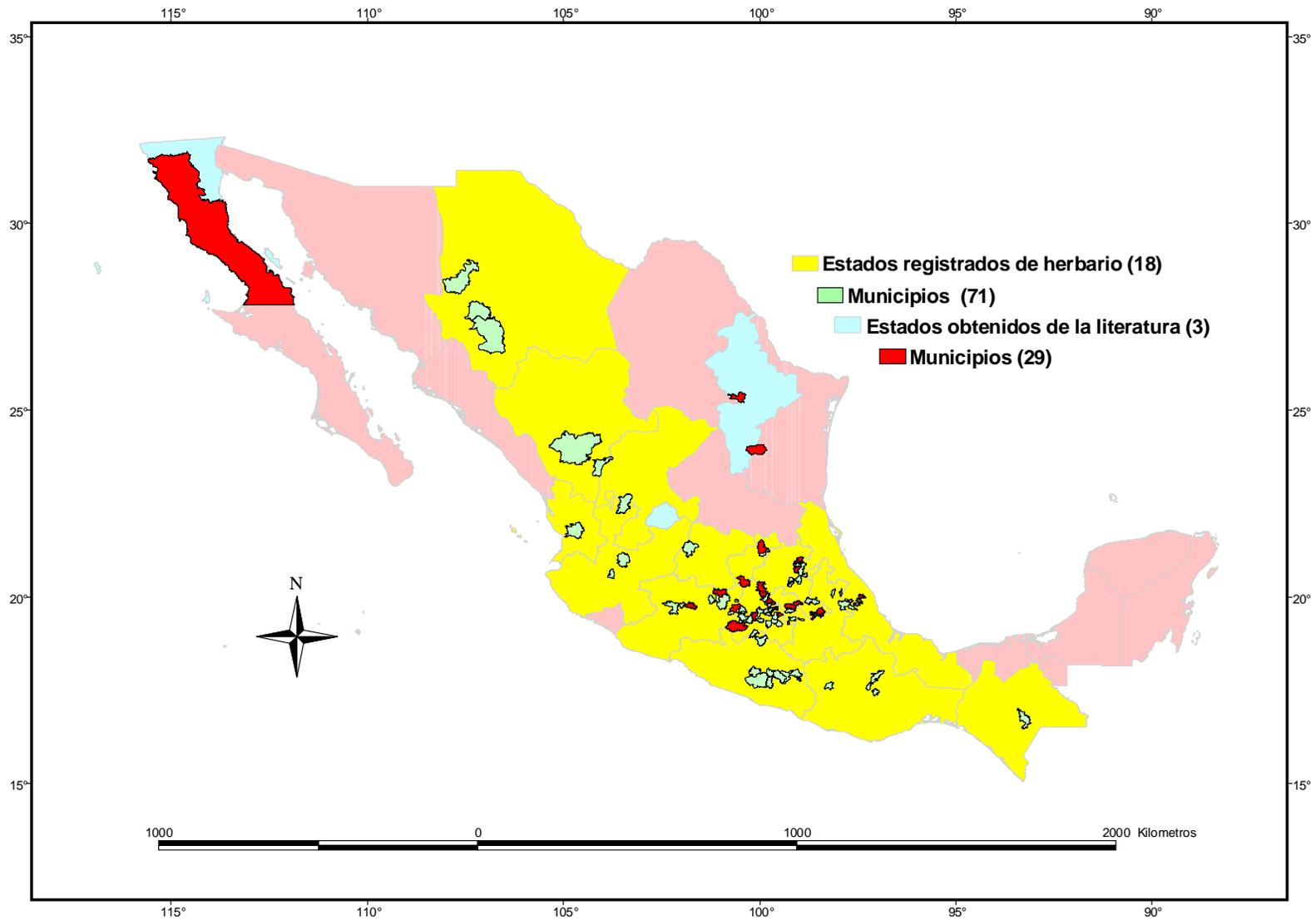


Figura 1. Distribución actual conocida del complejo *Boletus edulis* en México.

La estimación de la amplitud de la distribución conocida del complejo *Boletus edulis* con base en el tipo de vegetación donde se desarrolla, fue de 1,497,153.49 ha (14,971.53 km²), que representan 0.76 % del territorio nacional y se localizan en los bosques templado-fríos y el mesófilo de montaña de 16 estados, es decir en 50 % de las entidades federativas. Chihuahua con 857,813.32 ha presentó la mayor superficie; mientras que en Veracruz se registró la menor con 1,417.44 ha (Cuadro 17).

Cabe aclarar que de la distribución geográfica total en que se ha recolectado al complejo *Boletus edulis* (21 estados), sólo se obtuvo superficie en 16 entidades federativas (Cuadro 17), debido en primera instancia a que Aguascalientes, Baja California y Nuevo León provinieron de documentos bibliográficos, por lo que se careció de las localidades precisas de recolecta para georreferenciar, lo cual incidió al momento de estimar la amplitud de la distribución conocida del taxón en estudio.

Además hay estados como Nayarit y Querétaro en los que no se generaron áreas de los hábitats específicos en que se desarrolla el complejo *Boletus edulis*, hecho que se presupone obedeció a que son recolectas muy próximas a áreas urbanas y realizadas durante los años 80's, por lo que con el transcurso del tiempo el cambio de uso de suelo alteró y ocupó extensiones de los bosques templados-fríos.

Distribución potencial

En cuanto a la distribución potencial se calcularon 3,483,547.82 ha (34,835.48 km²), que equivalen 1.77 % de la extensión geográfica total del país, distribuidas en 19 entidades federativas. El estado de Durango registró la superficie más alta con 684,696.82 ha; en tanto que para Querétaro se estimó la menor con 12,012.23 ha (Cuadro 18).

Cuadro 17. Amplitud de la distribución actual estimada para el complejo *Boletus edulis* en México.

Entidad Federativa	Tipo de Vegetación	Superficie por tipo de Vegetación Subtotal (ha)	Superficie Total (ha)	Superficie Total (km ²)
Chiapas	Bosque mesófilo de montaña	2,616.94	2,616.94	26.17
Chihuahua	Bosque de <i>Quercus</i>	432,754.59	857,813.32	8,578.13
	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	1,937.91		
	Bosque de <i>Pinus</i>	423,120.82		
Distrito Federal	Bosque de <i>Abies</i>	6,114.28	6,801.27	68.01
	Bosque de <i>Pinus</i>	686.99		
Durango	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	237,890.60	277,720.08	2,777.20
	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	39,829.48		
Estado de México	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	1,883.71	80,292.28	802.92
	Bosque de <i>Abies</i>	12,102.50		
	Bosque de <i>Pinus</i>	34,538.63		
	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	31,767.44		
Guanajuato	Bosque de <i>Quercus</i>	31,724.93	31,724.93	317.25
Guerrero	Bosque de <i>Quercus</i>	2,491.36	40,063.68	400.64
	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	81.80		
	Bosque de <i>Pinus</i>	8,063.67		
	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	9,684.26		
	Bosque mesófilo de montaña	19,742.58		
Hidalgo	Bosque de <i>Quercus</i>	2,739.05	10,274.91	102.75
	Bosque de <i>Abies</i>	4,570.90		
	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	2,964.96		
Jalisco	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	27,581.60	28,877.93	280.90
	Bosque de <i>Quercus</i>	508.17		
Michoacán	Bosque de <i>Abies</i>	12,490.88	29,877.93	298.78
	Bosque de <i>Pinus</i>	17,387.05		
Morelos	Bosque de <i>Abies</i>	21.21	9,731.62	97.32
	Bosque de <i>Pinus</i>	9,248.63		
	Bosque mesófilo de montaña	461.78		
Oaxaca	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>	55,245.91	59,638.53	596.38
	Bosque de <i>Quercus</i>	4,392.62		
Puebla	Bosque de <i>Pinus</i>	19,058.06	19,058.06	190.58
Tlaxcala	Bosque de <i>Pinus</i>	2,117.70	2,117.70	21.18
Veracruz	Bosque de <i>Abies</i>	1,417.44	1,417.44	14.17
Zacatecas	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	39,914.77	39,914.77	399.15
Total			1,497,153.49	14,971.53
Total de la superficie geográfica del territorio nacional (ha)				196,718,300
% que representa del territorio nacional				0.76
Total de la superficie de los bosques templados-fríos en el territorio nacional (ha)				30,433,893
% que representa considerando solo la superficie de los bosques templado-fríos				4.91

Cuadro 18. Superficie de la distribución potencial del complejo *Boletus edulis* en México.

Entidad Federativa	Superficie (ha)	Superficie (km ²)
Aguascalientes	24,024.59	240.25
Chiapas	108,110.64	1,081.11
Chihuahua	192,195.93	1,921.96
Distrito Federal	36,036.75	360.37
Durango	684,696.82	6,846.97
Estado de México	252,256.66	2,522.57
Guanajuato	120,122.76	1201.23
Guerrero	84,085.73	840.86
Hidalgo	84,085.39	840.85
Jalisco	468,476.84	4,684.77
Michoacán	396,403.20	3,964.03
Morelos	48,048.98	480.49
Oaxaca	420,428.58	4,204.29
Puebla	48,048.78	480.49
Querétaro	12,012.23	120.12
Sinaloa	36,036.62	360.37
Tlaxcala	36,036.82	360.37
Veracruz	48,048.84	480.49
Zacatecas	384,391.65	3,843.92
Total	3,483,547.82	34,835.48
Total de la superficie geográfica del territorio nacional (ha)		196,718,300
% que representa del territorio nacional		1.77
Total de la superficie de los bosques templados-fríos en el territorio nacional (ha)		30,433,893
% que representa considerando solo la superficie de los bosques templado-fríos		11.44

La ubicación de las superficies potenciales para el desarrollo de los esporomas del complejo *Boletus edulis* se presentan a lo largo de las siguientes cadenas montañosas: Sierra Madre Occidental, parte de la Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Sistema Montañoso del norte y Sierra Sur de Oaxaca; así como la Sierra Madre de Chiapas y el Macizo Central de Chiapas (Figura 2).

Zonas muy aptas, aptas y poco aptas para el desarrollo del complejo *B. edulis*

Referente a la superficie estimada bajo el criterio de zonas muy aptas y aptas, se obtuvieron en conjunto 158,894.17 ha, que corresponden 0.08 % del territorio nacional, distribuidas en sólo seis entidades federativas. Para el caso de las poco aptas no se generaron superficies (Cuadro 19).

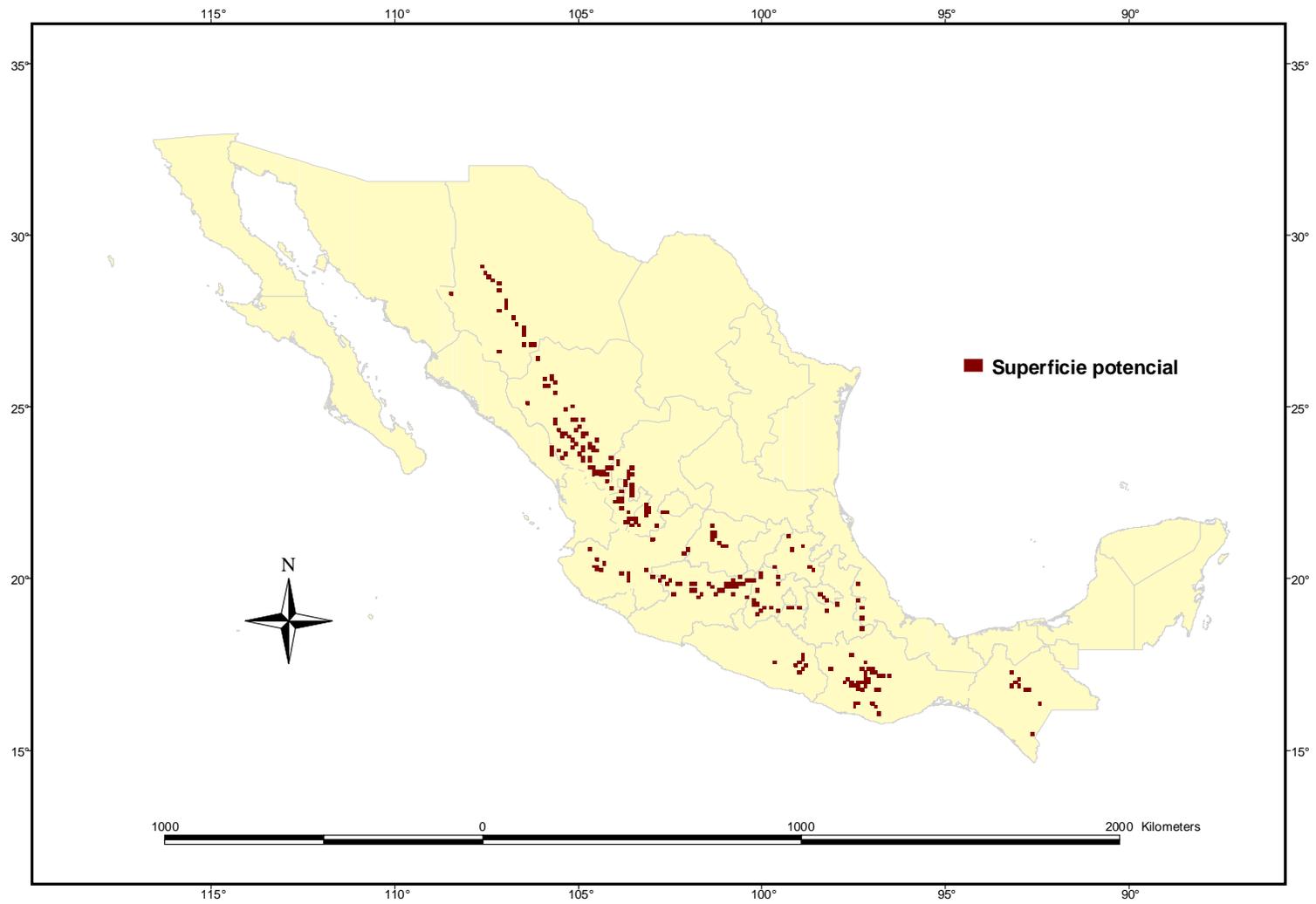


Figura 2. Distribución potencial del complejo *Boletus edulis* en México.

Cuadro 19. Superficie estimada para las zonas establecidas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*.

Entidad Federativa	Superficie muy apta		Superficie apta	
	Ha	km ²	Ha	km ²
Chihuahua	10,654.24	106.54		
Durango			20,695.53	206.95
Estado de México	31,962.72	319.63		
Hidalgo	10,654.24	106.54		
Guerrero			10,374.77	103.75
Michoacán	74,579.68	745.80		
Subtotal	127,850.88	1,278.51	31,043.30	310.70
Total en conjunto (zonas muy aptas + zonas aptas)			158,894.18	1,589.21
Total de la superficie geográfica del territorio nacional (ha)			196,718,300	
% que representa del territorio nacional			0.08	
Total de la superficie de los bosques templados-fríos en el territorio nacional(ha)			30,433,893	
% que representa considerando sólo la superficie de los bosques templado-fríos			0.5	

Las zonas muy aptas se ubican en los estados de Chihuahua, Estado de México, Hidalgo y Michoacán; mientras que las áreas aptas se localizan en Durango y Guerrero (Figura 3).

Al examinar los porcentajes estimados de la distribución conocida, potencial y de las zonas muy aptas y aptas; se aprecia que cada uno de ellos representa menos del 5 % de la extensión geográfica del territorio nacional, por lo que conforme a lo propuesto en el criterio A del MER, al complejo *Boletus edulis* se le adjudicaría una distribución muy restringida.

No obstante, es conveniente remarcar que los taxa incluidos dentro de la primera graduación son aquellos considerados como microendémicos o extralimitantes, que según la definición dada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 una especie endémica es *aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción*; término que no se puede aplicar al taxón bajo estudio, debido a que existen registros que avalan su presencia en varios países del mundo (Cuadro 5), al grado de que autores como Wang *et al.* (1995) y Hall *et al.*, (1998) lo consideran un complejo taxonómico cosmopolita.

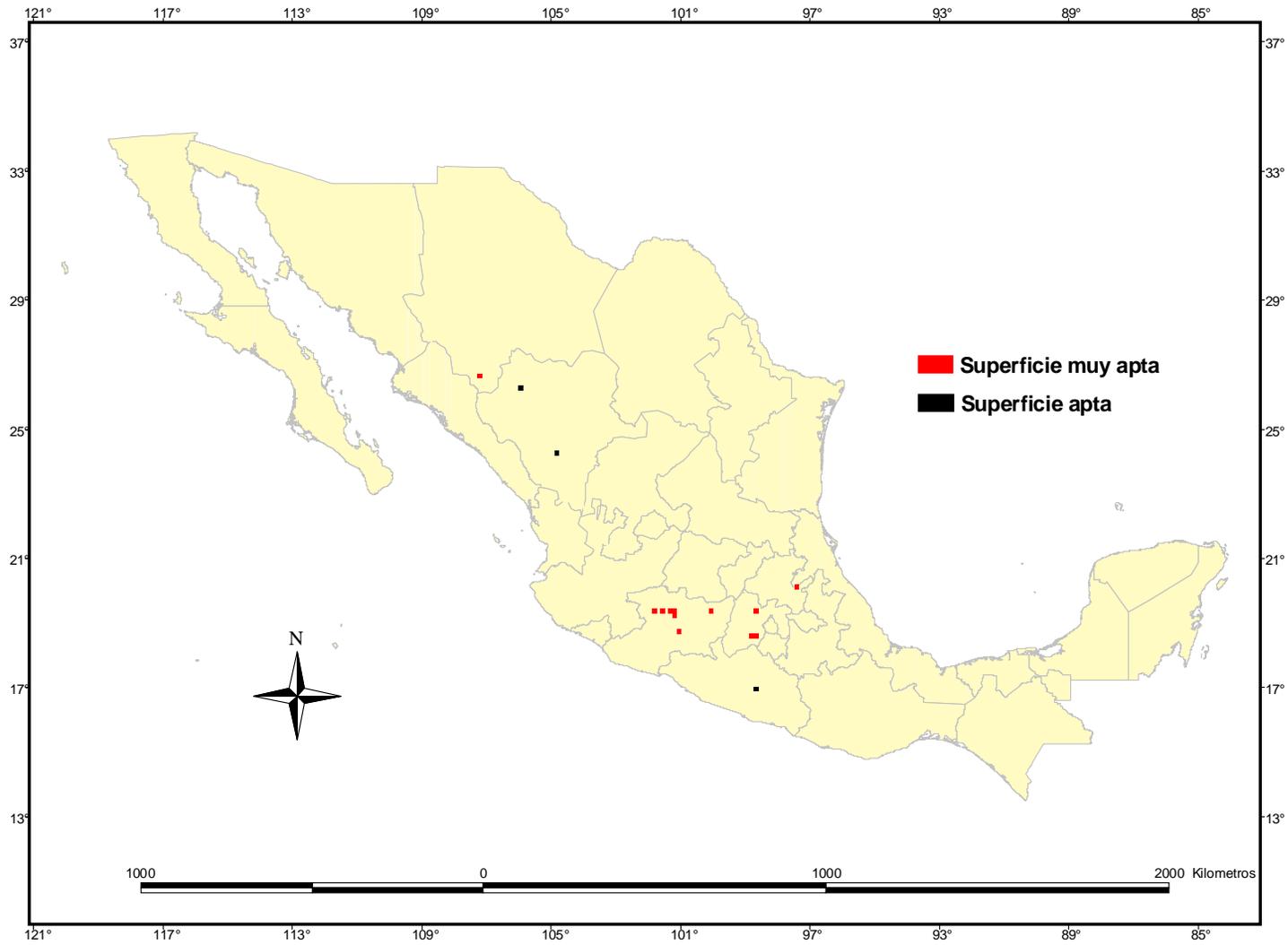


Figura 3. Distribución de zonas muy aptas y aptas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis* en México.

Así mismo en el texto de la NOM-059-SEMARNAT-2001 se entiende por especie extralimital, *aquella cuya distribución natural actual se da en su mayor parte fuera de los límites nacionales, por lo que su presencia en el territorio nacional es marginal, esto es, menor al 5%*; expresión que tampoco se le puede asignar al complejo *Boletus edulis*, ya que su distribución geográfica comprende 21 entidades federativas de la República Mexicana en donde se ha recolectado.

Ante estas premisas el problema de los bajos porcentajes obtenidos obedeció en primera instancia a la superficie que se empleó para realizar el cálculo, ya que para las estimaciones de la distribución conocida, potencial y de las zonas muy aptas, aptas y poco aptas se consideró toda el área geográfica del país, lo cual repercutió al momento de que se llevó a cabo la evaluación, debido a que se tomaron en cuenta las extensiones ocupadas por distintos tipos de vegetación como matorrales xerófilos, pastizales, bosques tropicales; además de las áreas agrícolas y urbanas, donde es evidente que el taxón *sensu lato* en estudio no se desarrolla.

Por lo anterior se afinó el análisis, con la restricción de incluir sólo la superficie registrada en el país para los bosques templado-fríos, misma que ocupa 30,433,893 ha, (SEMARNAT, 2006a), puesto que son los hábitats naturales para el crecimiento del complejo *Boletus edulis*, así, los porcentajes de las superficies estimadas se incrementaron; para la distribución conocida aumentó a 4.91%, en tanto que la distribución potencial fue de un poco más del 11%. El valor para la distribución conocida se mantuvo bajo (<5%); es decir, la graduación continua en el nivel de muy restringida, no así la distribución potencial, que pasó a ser restringida (>5%).

La cantidad de datos utilizados también tuvieron un papel decisivo en la estimación de la distribución conocida, debido a que se tienen entidades federativas como Chiapas, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Querétaro y Zacatecas que cuentan con poco material de herbario (sólo uno o dos ejemplares); o bien con un número reducido de localidades georreferenciadas. Al respecto, Zacatecas con

un sólo ejemplar registró cifras superiores (39,914.77 ha) en comparación con aquellos que tienen un número más alto de registros curatoriales, *p. ej.*: Veracruz con 24 ejemplares presentó apenas 1,417.44 ha, lo anterior obedeció a que el número de sitios diferentes georreferenciados en Veracruz se redujo (Cuadro 15); además la mayoría de estas localidades (11 sitios) al sobreponerse con la base digital de uso de suelo y vegetación se ubicaron en áreas no propicias para el desarrollo del complejo *Boletus edulis*.

Además existen estados a saber: Aguascalientes, Baja California y Nuevo León que carecen de ejemplares de herbario en las colecciones consideradas en este estudio; sin embargo los trabajos de Pardavé (1996), Ayala y Guzmán (1984), García y Castillo (1981), y Garza *et al.* (1985) citan la presencia del complejo *Boletus edulis*, por lo que se presupone su presencia en los bosques templado-fríos de dichas entidades federativas.

Por consiguiente se recomienda revisar las colecciones micológicas depositadas en herbarios con acervos de tipo regional como: el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (CFNL), Herbario de la Universidad de Baja California (BCMEX) Herbario del Instituto de Biología de la Universidad de Guadalajara (IBUG), para documentar la existencia de ejemplares del complejo *Boletus edulis*, lo que permitiría incrementar el conocimiento de su distribución, en especial hacia las zonas noreste y noroeste de la República Mexicana, de donde hay pocos representantes en los herbarios de influencia nacional (MEXU, ENCB).

Referente a la distribución potencial se registraron superficies en estados citados en la literatura con la presencia del complejo *Boletus edulis*, tal es el caso de Aguascalientes, o que presentaron poco material de herbario *p. ej.*: Querétaro, e incluso en otros que carecen de ambas fuentes consultadas, *p. ej.*: Sinaloa (36,036.62 ha) en cuyo territorio existen hectáreas de bosques templados-fríos, hábitats favorables para el crecimiento del taxón *sensu lato* analizado (SEMARNAT, 2006c).

En este contexto hay que resaltar que los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta que coadyuva a identificar las áreas de distribución potencial para el crecimiento de especies silvestres en un país o una región determinada (Davis *et al.*, 1990; citado por Zamora-Martínez *et al.*, 1999).

Los bajos porcentajes estimados para las zonas muy aptas y aptas resultó de la restricción en los intervalos de las variables que conforman a cada uno de los requerimientos ecológicos, los cuales representan las características ambientales donde ha sido recolectado el taxón *sensu lato* con mayor frecuencia, por lo que se asumieron como las más propicias para su desarrollo, de modo que las superficies obtenidas corresponden a las áreas exclusivas en las que se cumplen con todas las condiciones de vegetación, clima y suelo seleccionadas.

A pesar de ser reducidas las extensiones calculadas para la distribución potencial y las áreas muy aptas y aptas, se consideran sitios muy valiosos, puesto que en el caso de las superficies potenciales se sugiere el diseño de planes de manejo sustentable de las poblaciones silvestres del complejo *Boletus edulis*, mientras que en las zonas muy aptas y aptas se podrían iniciar programas de conservación para el taxón mediante el establecimiento de áreas exclusivas para la protección del hábitat de este recurso fúngico. Empero, es importante en forma previa, realizar la validación en campo tanto de las superficies potenciales como de las zonas muy aptas y las aptas generadas en el presente trabajo.

Con base en que el complejo *Boletus edulis* tuvo presencia en más del 50 % de las entidades federativas, y que se desarrolló en un área superior al 10 % considerando sólo la superficie cubierta por los bosques templado-fríos, se infiere que la amplitud de la distribución en México del taxón *sensu lato* analizado, es medianamente restringida o amplia.

5.4.2 Evaluación de su hábitat

Incendios

Según los datos obtenidos en el sitio Web de la Comisión Nacional Forestal (www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/incendios_forestales/reporte_semanal_2006.pdf), durante el año 2006 se registraron 8,725 incendios que afectaron 243,864.01 ha (Cuadro 20). Cabe señalar que la superficie forestal estimada incluye pastizal, arbolado adulto y renuevo; así como arbustos y matorrales, por lo que es difícil precisar el área dañada correspondiente a los bosques templado-fríos.

Cuadro 20. Informe de incendios por entidad federativa.

Entidad Federativa	No de incendios (enero-octubre 2006)	Superficie forestal afectada (ha)
Aguascalientes	22	681.50
Baja California	159	13,737.70
Baja California Sur	5	62
Campeche	20	2,655
Coahuila	151	24,475.41
Colima	50	812.50
Chiapas	329	10,485.02
Chihuahua	1,057	18,504.66
Distrito Federal	1,078	1,694.06
Durango	174	13,228
Estado de México	1,511	7,072.76
Guanajuato	19	934
Guerrero	163	6,961.50
Hidalgo	172	1,448.98
Jalisco	815	15,810
Michoacán	1,062	13,175.55
Morelos	176	888.30
Nayarit	99	2,923
Nuevo León	71	2,000.45
Oaxaca	239	13,076.95
Puebla	350	3,306.30
Querétaro	41	347
Quintana Roo	142	53,618.50
San Luis Potosí	72	2,746.50
Sinaloa	94	5,687.50
Sonora	55	8,505.50
Tabasco	1	1
Tamaulipas	44	4,393
Tlaxcala	222	945.50
Veracruz	142	1,305
Yucatán	89	9,389
Zacatecas	65	2,972.07
Total	8,725	243,864.01

Fuente: www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/incendios_forestales/reporte_semanal2006.pdf

Tasa de deforestación

Al respecto el dato publicado más reciente corresponde al año 2000, en el que se estimaron 259,000 ha de bosques templado-fríos afectadas (www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx).

Aprovechamiento maderable

La producción maderable estimada durante el año 2004, considerando sólo a los grupos de especies de *Pinus*, *Quercus* y *Abies* fue de 5,939,765 m³r que representó 88.5 % del total generada a nivel nacional (SEMARNAT, 2006a). El grupo de las especies de *Pinus* aportaron 5,110,479 m³r; el de *Quercus* 623.363 m³r y el de *Abies* contribuyó con 205.923 m³r (Cuadro 21).

Cuadro 21. Producción nacional maderable por entidad y grupo de especies.

Entidad Federativa	Grupo de especies (m ³ r)			Total
	<i>Pinus</i>	<i>Abies</i>	<i>Quercus</i>	
Aguascalientes	20	0	4,357	4,377
Baja California	1,715	0	0	1715
Coahuila	1,864	0	0	1,864
Colima	1,540	4	2,776	4,320
Chiapas	136,614	0	433	137,047
Chihuahua	1,239,621	0	704	1,240,325
Distrito Federal	0	1,450	0	1,450
Durango	1,530,469	0	324,309	1,854,778
Estado de México	115,443	82,227	11,286	208,956
Guanajuato	0	0	21,431	21,431
Guerrero	137,667	5,043	4,051	146,761
Hidalgo	80,882	4,512	14,991	100,385
Jalisco	335,740	4,430	40,918	381,088
Michoacán	518,615	35,744	73,126	627,485
Morelos	417	284	9	710
Nayarit	46,861	0	8,676	55,537
Nuevo León	16,474	917	3,655	21,046
Oaxaca	485,450	1,464	7,134	494,048
Puebla	208,599	56,751	14,358	279,708
Querétaro	3,526	0	5,015	8,541
San Luis Potosí	1,760	0	5,501	7,261
Sinaloa	38,272	0	371	38,643
Sonora	13,432	0	27,238	40,670
Tamaulipas	12,181	0	1,493	13,674
Tlaxcala	14,821	12,872	3,821	31,514
Veracruz	160,065	223	11,935	172,223
Zacatecas	8,431		35,776	44,207
Total	5,110,479	205,923	623,363	5,939,765
Total Nacional				6718.508
% que representa la producción maderable nacional				88.5

Fuente: SEMARNAT (2006a).

Durango fue el principal estado productor durante el 2004, ya que registró los valores más altos en cuanto al aprovechamiento del grupo de especies de *Pinus* y *Quercus* con 1,530,469 m³r y 324,309 m³r, respectivamente; en tanto que el Estado de México presentó el valor superior referente al grupo de especies de *Abies* 82,227 m³r (SEMARNAT, 2006a).

Aprovechamiento no maderable

En el año 2004 la producción forestal no maderable considerando sólo a la resina de pino y el volumen extraído de tierra de monte fue de 373,733 ton, que constituyeron 86 % del total generado por los productos forestales no maderables (PFNM) en el país. En el Cuadro 22, sólo se indican las entidades federativas en las que se realizaron tales actividades; así como las cifras aprovechadas para ambos productos, el estado de Michoacán mostró los valores más altos en cuanto a resina de pino con 16,600 ton; mientras que Sonora presentó la mayor extracción de tierra de monte 162,555 ton (SEMARNAT, 2006a).

Cuadro 22. Producción Nacional No Maderable por entidad y productos.

Entidad Federativa	Productos (toneladas)		
	Resina de Pino	Tierra de Monte	Total
Coahuila	0	3,448	3,448
Distrito Federal	0	82,093	82,093
Estado de México	7,178	58,778	65,956
Guerrero	0	102	102
Jalisco	253	3,468	3,721
Michoacán	16,600	0	16,600
Morelos	0	38,414	38,414
Oaxaca	76	0	76
Puebla	0	48	48
Querétaro	0	98	98
Sonora	0	162,555	162,555
Tamaulipas	0	19	19
Tlaxcala	0	28	28
Yucatán	0	575	575
Subtotal	24,107	349,626	373,733
Total Nacional no maderable			433,097
% que representa la producción no maderable nacional			86

Fuente: SEMARNAT (2006a).

A pesar de que en los resultados anteriores no se presenta una cifra sobre el área afectada de los bosques templado-fríos por los incendios, se considera una amenaza significativa para la degradación de dichas comunidades forestales, sobre todo para las constituidas por especies de *Pinus*, ya que a menudo son sometidas a la acción del fuego, en especial durante la época seca del año con el fin de inducir la producción de pastos forrajeros para alimentar al ganado o debilitar el arbolado para justificar la extracción de su madera, lo que provoca profundos cambios en la vegetación, al grado de modificar por completo la composición de las zonas forestales en todos sus estratos (Rzedowski, 1978).

Montoya-Esquivel (2003) menciona que en el estado de Tlaxcala los recolectores de hongos llevan a cabo quemas anuales en sus bosques para favorecer la fructificación de ciertas especies fúngicas *p. ej.* *Hebeloma aff. mesophaeum* Pers. Quél., es un taxón que se desarrolla de manera abundante en sitios que fueron incendiados de forma superficial. En el caso del complejo *Boletus edulis* no existen informes sobre los efectos que conlleva el realizar esta práctica de manejo. Sin embargo, los incendios favorecen la deshidratación del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal, lo que impacta en el crecimiento y propagación del micelio.

Por otra parte, aunque en el siguiente sitio Web de la SEMARNAT: www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx, se señala que la tasa estimada de deforestación para los bosques con clima templado-fríos, es menor en comparación con la registrada para las selvas y las zonas áridas, es evidente el impacto negativo que tiene sobre los tipos de vegetación asociados al complejo *Boletus edulis*, puesto que al retirarse la cubierta forestal no sólo se eliminan de manera directa las poblaciones vegetales ahí presentes, sino que las condiciones ambientales locales también se modifican seriamente, de tal forma que muchos organismos que constituyen la diversidad biológica ahí presente, son incapaces de sobrevivir.

En el caso de los hongos, en particular los ectomicorrizógenos, disminuyen considerablemente sus poblaciones, ya que la eliminación de las especies arbóreas con las que se asocian, incide en el desarrollo de los esporomas y en consecuencia la formación de esporas, es decir altera el ciclo de vida, lo que conlleva al decremento, en primera instancia, de las poblaciones fúngicas, y en el mediano plazo a su desaparición. Lo anterior es importante para los taxa agrupados en el complejo *Boletus edulis*, puesto que forman micorrizas con diversas especies del género *Pinus*.

Los valores obtenidos para el aprovechamiento maderable, en conjunto representaron la más alta participación porcentual del año 2004, debido a que la mayoría de las operaciones forestales con fines comerciales a gran escala se limitan de forma exclusiva a los bosques de *Pinus* y *Quercus*, ya que a lo largo de la historia, ambos tipos de vegetación, en especial aquellos conformados por especies de *Pinus*, y en comparación con los de *Quercus*, han sido -y seguirán siendo- las más aprovechadas, puesto que son consideradas el pilar de la industria forestal mexicana. Más del 60 % de los taxa de *Pinus* tienen importancia comercial y, 80 % de los productos forestales del país se obtienen de bosques de coníferas (Challenger, 1998; Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable *et al.*, 2002). El impacto de la explotación comercial intensiva y sin control de las especies arbóreas trae consigo implicaciones ecológicas como la considerable disminución de las poblaciones silvestres de hongos (Zamora-Martínez, 1994).

La resina de pino y la tierra de monte constituyeron durante el año 2004 la mayor parte de la producción forestal no maderable. Lo anterior obedece a que su extracción produce beneficios de tipo económico a la gente que habita cerca de las zonas forestales, en la que se generan de forma natural ambos recursos (Boyas y Reyes, 1997; SEMARNAP, 1996b; 1996c).

Es importante señalar que la extracción de las resinas se realiza en áreas boscosas donde la altura y la tasa de crecimiento se presentan por debajo de las requeridas para el aprovechamiento forestal comercial (Challenger, 1998). Además, es frecuente que se efectúe de manera burda y descuidada, lo que provoca severas lesiones a la corteza del tronco de los árboles, al grado de facilitar el acceso de organismos patógenos, mismos que pueden debilitar y, en última instancia inducir la declinación de los bosques de coníferas (Styles, 1993 citado por Challenger, 1998).

Entre las especies forestales que a menudo se usan para tal fin están: *Pinus leiophylla* Schltdl. et Cham. (principal árbol productor de resina), *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl., *P. michoacana* Mart., *P. teocote*, *P. montezumae*, y *P. pseudostrobus* Lindl., (Challenger, 1998), elementos arbóreos que se reconocieron en la vegetación asociada al complejo *Boletus edulis* (Anexo 5), por lo que se asume que con algunos de ellos establece una asociación micorrízica, la cual conlleva a un incremento en la sobrevivencia y crecimiento de los árboles, y para el caso específico de los hongos silvestres favorece la producción de los esporomas (Zamora-Martínez, 1994). Por lo tanto el debilitamiento del arbolado incidirá, en consecuencia, sobre las poblaciones fúngicas.

El aprovechamiento de la tierra de monte es una actividad que se ha incrementado en las últimas décadas, debido a la alta demanda generada en los grandes centros de población del país, los cuales necesitan de este recurso para satisfacer los requerimientos de sustrato en viveros y en el establecimiento de áreas verdes, por lo que su explotación constante ha provocado serios problemas al ecosistema, como la erosión y pérdida de la productividad del suelo (SEMARNAP, 1996b). Para el caso específico de los hongos silvestres el remover el mantillo forestal genera perjuicios al micelio, ya que lo deja expuesto a la resequedad, de tal modo que representa un efecto negativo para la productividad natural del hongo (García, 1993; Zamora-Martínez, 1994).

Además, dado el extenso uso local de muchos de los productos maderables y no maderables, se asume que una parte importante del aprovechamiento de tales recursos no se cuantifica en muchas zonas rurales, donde los usuarios no tienen obligación de informar la extracción de los mismos. Por ello, los valores analizados son una subestimación del aprovechamiento que se realiza en los bosques templado-fríos del país.

Bajo las anteriores premisas se considera que los bosques templado-fríos son afectados en mayor o menor grado por los factores arriba mencionados, los cuales inciden en la reducción de la cobertura vegetal o el debilitamiento del arbolado, de tal forma que son una amenaza directa para el desarrollo de las poblaciones silvestres del complejo *Boletus edulis*. Así mismo, existen vacíos en la información disponible sobre los diversos factores que propician la degradación de los bosques templado-fríos, lo que impide dar un seguimiento preciso a ciertas variables (p. ej: incendios y tasa de deforestación) y hacen difícil su evaluación correcta, por lo que se determinó que el estado actual del hábitat del complejo *Boletus edulis* es intermedio o limitante.

5.4.3 Vulnerabilidad intrínseca del taxon

Carácter micorrízico

Dentro de la vegetación arbórea asociada al complejo *Boletus edulis* que se registró a partir de los trabajos consultados e indicados en el Anexo 5 del presente estudio, se identificaron representantes de las familias *Pinaceae*, *Fagaceae*, y *Betulaceae* con las que al parecer el taxón *sensu lato* en cuestión pudiese establecer una asociación ectomicorrizica. (Cuadro 23). Los géneros *Quercus* y *Pinus* fueron los mejor representados con 21 y 13 especies, respectivamente, entre las más frecuentes están: *Quercus crassifolia* Humb. et Bonpl., *Q. crassipes* Humb. et Bonpl., *Q. rugosa* Née., *Pinus montezumae*, *P. patula*, y *P. teocote*.

Cuadro 23. Vegetación arbórea asociada al complejo *Boletus edulis* en México.

Familias		
<i>Pínaceae</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Betulaceae</i>
<i>Pinus arizonica</i> Engelm.	<i>Quercus arizonica</i> Sarg.	<i>Alnus jorullensis</i> HBK. spp.
<i>P. ayacahuite</i> Schltdl.	<i>Q. canby</i> Trel.	<i> jorullensis</i>
<i>P. hartwegii</i> Lindl.	<i>Q. candicans</i> Née.	
<i>P. leiophylla</i> Schltdl. et Cham.	<i>Q. castanea</i> Née.	
<i>P. lumholtzii</i> Robinson et Fern.	<i>Q. coccolobaefolia</i> Trel.	
<i>P. oaxacana</i> Mirov.	<i>Q. conspersa</i> Benth.	
<i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	<i>Q. crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	
<i>P. teocote</i> Schltdl. et Cham.	<i>Q. crassipes</i> Humb. et Bonpl.	
<i>P. montezumae</i> Lamb.	<i>Q. glaucoides</i> Mart. et Gal.	
<i>P. patula</i> Schltdl, et Cham.	<i>Q. greggii</i> Trel.	
<i>P. ponderosa</i> var. <i>arizonica</i> Schaw.	<i>Q. laeta</i> Liebm.	
<i>P. pringlei</i> Shaw.	<i>Q. laurifolia</i> Michx.	
<i>P. rudis</i> Lindl	<i>Q. mexicana</i> Humb. et Bonp.	
<i>Abies religiosa</i> (HBK.) Schltdl. et Cham.	<i>Q. microphylla</i> Née	
	<i>Q. omisa</i> A. DC.	
	<i>Q. polymorpha</i> Schltdl. et Cham.	
	<i>Q. pulchella</i> Humb. et Bonpl.	
	<i>Q. rugosa</i> Née.	
	<i>Q. rysophylla</i> Weath	
	<i>Q. texcocana</i> Trel.	
	<i>Q. urbanii</i> Trel.	

Fenología Reproductiva

El patrón fenológico registrado en los estudios revisados e indicados en el Cuadro 8, muestran que la época de aparición de los esporomas para el complejo *Boletus edulis*, es de mayo hasta noviembre, en la que los meses de julio, agosto y septiembre son los más citados.

Con base en lo anterior y conforme al sistema de clasificación propuesto por Zamora-Martínez *et al.* (1999) para caracterizar los ritmos de fructificación, mismo que se presenta en el Cuadro 24, el complejo *Boletus edulis* presenta una fenología reproductiva temprana-larga, es decir, sus esporomas emergen a principios de la temporada y se prolonga hasta finales de la estación de lluvias.

Cuadro 24. Sistema de Clasificación usado para determinar la fenología del complejo *Boletus edulis*.

Categoría	Meses que abarca
Temprana corta	Junio - Julio
Temprana larga	Junio - Octubre
Temprana prolongada	Julio - Diciembre
Corta a mediados de temporada	Julio - Septiembre
Tardía corta	Septiembre - Octubre
Tardía larga:	Agosto - Noviembre

Fuente: Zamora-Martínez *et al.* (1999)

Productividad Natural

La productividad natural registrada a partir de los estudios generales sobre el monitoreo de la producción de hongos silvestres para el complejo *Boletus edulis* en México se muestra en el Cuadro 25. En la mayoría de las investigaciones las cifras obtenidas corresponden a las estimaciones por hectárea para la abundancia (No. de esporomas/ha) y la producción (peso fresco en g/ha); en otros trabajos se presentan los valores obtenidos en unidades de muestreo menores a una hectárea.

Cuadro 25. Producción natural registrada para el complejo *Boletus edulis* en México.

Estado	Zona de estudio/ Unidad de muestreo	Año	Abundancia (No. de esporomas)	Producción (Peso fresco en kg)	Cita
Veracruz	Cofre de Perote (1ha)	1983	450*	149.50*	Villarreal y Guzmán (1985)
Veracruz	Cofre de Perote (1ha)	1984	100*	20.25*	Villarreal y Guzmán (1986a)
Veracruz	Cofre de Perote (1ha)	1985	150*	9.03*	Villarreal y Guzmán (1986b)
Veracruz	Cofre de Perote (50 x 400 m ²)	1983	29**	5.019*	Villarreal (1994)
		1984	4**	0.500*	
		1985	4**	0.144*	
		1986	-	-	
		1987	2**	0.164*	
Estado de México	Santa Catarina del Monte (1ha)	1990	ND	16.30*	Moreno-Zárte(1990)
Puebla	San Juan Tetla (1ha)	1992	5*	0.860*	Alvarado y Manzola (1993)
Tlaxcala	Volcán La Malinche (1ha)	1997-1999	50*	7.7*	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000c)
Tlaxcala	Nanacamilpa (1ha)	2002	12*	2.11*	Zamora-Martínez (2002)
Oaxaca	Sierra de Juárez (25 m x 25 m)	2001	167**	--	Blanc (2001)
Tlaxcala	Tlaxco (1ha)	2004	20*	2.65*	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2005)

*Producción estimada por hectárea

**Producción obtenida en superficies menores a una hectárea

El registro de diversas especies arbóreas presentes en el hábitat del complejo *Boletus edulis* con las que pudiese formar ectomicorrizas, hace presuponer que la diversidad de sus hospederos es bastante amplia. Sin embargo, no existen estudios específicos que ratifiquen dicha afirmación. Además, de manera general se asume que existe poca o ninguna especificidad entre las plantas y los hongos que establecen la asociación ectomicorrízica (Estrada-Torres, 2003).

Así mismo, autores como Molina *et al.* (1993) y Amaranthus y Pilz, (1994) señalan que el taxón bajo estudio tiene la habilidad de formar la relación simbiótica mutualista con una gran variedad de plantas superiores adscritas a diferentes familias (Cuadro 26), a diferencia de otros taxa que sólo se relacionan con elementos vegetales que pertenecen a un género o una familia; *p. ej:* *Hydnangium carneum* Wallr., forma de manera particular micorrizas con especies de *Eucalyptus*; mientras que *Suillus plorans* (Rolland) O. Kütze., se relaciona exclusivamente con *Pinus cembra* L. (Estrada-Torres, 2003).

Cuadro 26. Hospederos del complejo *Boletus edulis*.

Familia	Género	Especie
<i>Betulaceae</i>	<i>Betula</i>	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus robur</i> L. <i>Q. petrae</i> Mattuschka. <i>Q. palustris</i> Muenchh. <i>Q. cerris</i> L.
<i>Pínaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr. <i>P. radiata</i> D. Don. <i>P. patula</i> Schltdl. et Cham. <i>P. taeda</i> L.

Fuente: Modificado de Hall *et al.* (1998)

El patrón de la fenología reproductiva registrado para el complejo *Boletus edulis* coincide con el periodo de lluvias para las zonas templada-frías en México, el cual se presenta durante los meses de junio a septiembre (Guzmán, 1994), es decir, la aparición de las estructuras reproductoras (esporomas) involucradas en la multiplicación de los individuos y en la dispersión de esporas es temporal, por lo que resulta ser vulnerable, sí la extracción de basidiomas es masiva y se realiza de forma incorrecta.

Los estudios fenológicos considerados permiten tener una visión general del periodo en el que se han registrado con mayor frecuencia los cuerpos fructíferos del taxón *sensu lato* analizado, mismo que debe ser verificado mediante exploraciones de campo que incluyan el seguimiento de la producción natural de los esporomas en un número mayor de registros de distribución, ya que dicha información serviría de base para realizar programas regionales de manejo sustentable.

Respecto a la productividad natural del complejo *Boletus edulis*, hay que subrayar que en México los trabajos son escasos, ya que se considera un campo de investigación incipiente, además como lo mencionan Martínez *et al.* (2003) resulta más frecuente en la literatura registrar estimaciones puntuales referidas a este hongo como parte de los resultados parciales de otras investigaciones micológicas de productividad más generales.

Los valores registrados para la abundancia y biomasa, varían de una investigación a otra, lo cual obedece a las diferentes metodologías que se emplearon en cada uno de los trabajos, a las variaciones climáticas y a las características particulares de la vegetación presentes en los rodales estudiados, mismos que son factores de suma importancia, debido a que favorecen o limitan la fructificación de los hongos silvestres (Villarreal, 1994 y 1996).

Así mismo, hay que tener en cuenta que la producción no es constante año con año, como lo han discutido Bandala *et al.* (1997); Villarreal y Guzmán (1985); quienes observaron diferencias en la productividad natural de los hongos silvestres en distintos periodos y mencionan que para poder ver un patrón en las fluctuaciones se requieren al menos cinco temporadas de muestreo, debido a los cambios del medio ambiente y al impacto de las actividades humanas sobre éste.

La amplia diversidad de hospederos con los que al parecer el complejo *Boletus edulis* forma ectomicorrizas, asociado al hecho de presentar una fenología reproductiva temprana-larga, son factores que inciden de manera favorable en su

sobrevivencia y propagación natural. Referente a las estimaciones cuantitativas sobre la producción de esporomas; aún cuando son pocos los datos disponibles susceptibles de compararse entre sí, en el caso de los obtenidos en Tlaxcala (Zamora-Martínez, 2002; Zamora-Martínez *et al.*, 2000c) en promedio se registraron 4kg/ha, cifra superior a la citada para otras especies como *Tricholoma mangivelare* (2kg/ha) (Zamora-Martínez y Nieto de Pascual-Pola, 2004).

Con base en lo antes expuesto se considera que el complejo *Boletus edulis* presenta una vulnerabilidad media

5.4.4 Impacto de la actividad humana sobre el taxón.

Aprovechamiento

Durante un periodo de cuatros años (2001-2004), los registros oficiales de la recolecta del taxón *sensu lato* en estudio sólo hacen referencia al provechamiento en dos UMA's, el cual fue de 10,404 kg (10.4 ton). El Estado de México y Oaxaca fueron las únicas entidades federativas que notificaron ante la Dirección General de Vida Silvestre adscrita a la SEMARNAT, la extracción de los esporomas (Cuadro 27) (SEMARNAT, 2005c).

Cuadro 27. UMA's registradas para el aprovechamiento del complejo *Boletus edulis* en México.

Nombre de la UMA	Registro y Ubicación	Temporada de aprovechamiento/cantidad (kg)				Total
		2001	2002	2003	2004	
Pueblos Mancomunados	SEMARNAT-UMA-EX-001-OAX Sierra Norte, Oaxaca	2,814	3,200	2,800	1,400	10,214
Comunidad San Francisco La Albarada	SEMARNAT-UMA-EX024-MEX Temascaltepec, México	---	---	---	190	190
Total		2,814	3,200	2,800	1,590	10,404

Fuente: SEMARNAT (2005c)

Como ya se mencionó en el apartado 5.4.2 (Evaluación de su hábitat) del presente estudio, los incendios, la deforestación, el aprovechamiento intensivo maderable y no maderable alteran y destruyen en mayor o menor grado el hábitat natural del complejo *Boletus edulis*.

Así mismo, observaciones en campo llevadas a cabo en el norte y este de Europa, proponen que la contaminación del aire es una de las principales amenazas que provoca la desaparición de las poblaciones de los hongos silvestres, en especial de los ectomicorrizógenos (Salcedo *et al.*, 2001). Además, se considera que la declinación de la diversidad fúngica también se debe al desarrollo e industrialización de la sociedad, que ha provocado la pérdida de grandes extensiones de bosques templado-fríos. Sin embargo, en México no existen investigaciones, que documenten y evidencien ambos problemas, lo cual no significa que tales fenómenos no se presenten (Villarreal, 1994).

En cuanto al aprovechamiento comercial, sus valores sólo representan la información oficial registrada ante las autoridades competentes. No obstante, la recolección de los esporomas del complejo *Boletus edulis* al igual que de otras especies comestibles posee desde tiempos prehispánicos un predominio en su valor de uso (autoconsumo) sobre el valor de cambio (Villarreal y Pérez-Moreno, 1989). Esta clase de aprovechamiento como lo indica Toledo *et al.* (1985) citado por Villarreal, (1994), mantiene un equilibrio con los ecosistemas, ya que la cantidad de producto extraído únicamente se utiliza para satisfacer las necesidades inmediatas y más elementales. Pero, en las últimas dos décadas, diversas compañías comercializadoras extranjeras y nacionales han promovido el aprovechamiento intensivo y con fines de exportación de las poblaciones silvestres del taxón *sensu lato* en estudio junto con las de otras especies (Bandala *et al.*, 1997, Moreno-Fuentes, 2002).

Por otra parte, *Boletus edulis* es uno de los hongos comestibles más frecuentes en los mercados de la Región Central del país durante la época de lluvias y uno de los más apreciados por los consumidores, lo que implica que su recolecta sea abundante, pese a la falta de registros oficiales, es decir, hay una presión sobre sus poblaciones que es necesario cuantificar.

A pesar de que hay el interés por la recolecta comercial de los diversos taxa agrupados en el complejo *Boletus edulis* y de otras especies comestibles, durante muchos años se ha mantenido una polémica sobre el impacto que puede causar la extracción de los esporomas de sus hábitats naturales y la subsecuente productividad del micelio (Villarreal, 1994); sin que a la fecha existan datos concretos y concluyentes.

En este contexto, Sieger en 1987 citado por Villarreal, (1994.) menciona que dicha actividad es destructiva, ya que tan sólo la compactación del suelo a causa del pisoteo constante en las áreas donde se recolecta el recurso puede ser un factor limitante para el desarrollo del micelio. Sin embargo, Mid en 1978 citado por Villarreal (1994) opina que la recolección de los basidiomas no perjudica el crecimiento de la masa micelial, ya que el hombre únicamente aprovecha alrededor del 30 % para su consumo y el 70 % restante se presenta contaminado con larvas y es incorporado al suelo forestal.

La evidencia de que amenazas como el fuego, la deforestación y el aprovechamiento maderable y no maderable conllevan a la fragmentación del hábitat natural del complejo *Boletus edulis* son inducidas por las actividades antropogénicas; aunado al incremento en la extracción intensiva de los esporomas para fines comerciales que se ha registrado en los últimos años, determinan que la magnitud de impacto que genera la influencia humana sobre el taxón *sensu lato* analizado es medio.

5.4.5. Asignación de la categoría de riesgo del complejo *Boletus edulis* conforme a la escala del MER

A continuación se presentan cada uno de los criterios del MER, así como sus respectivos valores asignados:

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México

Medianamente restringida o amplia = 2

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón

Intermedio o limitante = 2

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón

Media = 2

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón

Medio = 3

La sumatoria de los criterios da como resultado 9 puntos, por lo que al aplicar la escala de asignación a las categorías de riesgo propuesta en el MER (Cuadro 28), se concluye que el complejo *Boletus edulis* no está amenazado.

Cuadro 28. Escala de asignación a las categorías de riesgo propuesta por el MER.

Definición	Categoría de riesgo
Especie cuya suma total se sitúe entre 12 y 14 puntos	En peligro de extinción
Especie cuya suma total se sitúe entre 10 y 11 puntos	Amenazada

Fuente: SEMARNAT (2002)

Ante ello, se recomienda su inclusión a la categoría de sujeta a protección especial, la cual se define en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, como *aquella especie que podría llegar a encontrarse amenazada por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y protección o la recuperación y la conservación de poblaciones de especies asociadas.*

6. CONCLUSIONES

1) Después de aplicar el Método de Evaluación del Riesgo de las Especies Silvestres en México, el complejo *Boletus edulis* presentó un valor menor a 10 puntos, por lo que su estatus de conservación no corresponde al de especie amenazada; se recomienda su inclusión a la categoría de sujeta a protección especial.

2) Si bien el MER, es la herramienta que permitió documentar de manera sistemática los factores que afectan al complejo *Boletus edulis* y con ello definir su estatus de riesgo, también coadyuvó a identificar las limitantes de información que se tienen dentro de cada uno de los criterios considerados, las que deben ser subsanadas por medio de estudios de tipo taxonómico, ecológico y económico, entre otros, si la finalidad es establecer mejores políticas, medidas y acciones de protección para este recurso fúngico.

3) Las superficies potenciales, las muy aptas y las aptas para el desarrollo del complejo *Boletus edulis* determinadas en el presente estudio, deberán ser validadas mediante exploraciones en campo. En el caso de las muy aptas y aptas se consideran zonas propicias para el establecimiento de microreservas o áreas dirigidas a la conservación *in situ*.

4) A pesar de que la conservación y el aprovechamiento (comercial) del complejo *Boletus edulis* en México es regulado por diversos instrumentos jurídicos, no se han establecido las medidas efectivas que permitan proteger sus poblaciones silvestres, lo cual obedece a la escasez de estudios tanto científicos como técnicos que fundamenten su manejo sustentable.

5) El complejo *Boletus edulis* por ser un hongo ectomicorrízogeno juega un papel ecológico importante en el mantenimiento óptimo de los bosques templado-fríos. Su aprovechamiento representa una fuente alternativa de ingresos; así mismo el consumo de sus esporomas brinda beneficios terapéuticos y nutritivos, por lo que

tiene una gran relevancia socioeconómica para los habitantes de las zonas boscosas de México.

7. ANEXOS

Anexo 1. Subespecies o variedades de *Boletus edulis* registradas en México.

Subespecies /variedades	Referencia
<i>Boletus edulis</i> var. <i>ochraceus</i> Smith & Thiers	Cifuentes <i>et al.</i> (1985, 1986 y 1987)
<i>Boletus edulis</i> ssp. <i>clavipes</i> (Peck) Singer	Cifuentes <i>et al.</i> (1981 y 1991) González-Velázquez y Valenzuela (1993)
<i>Boletus edulis</i> var. <i>ochraceus</i> Smith & Thiers	Cifuentes <i>et al.</i> (1993a)
<i>Boletus edulis</i> var. <i>edulis</i> Fr.	Cifuentes <i>et al.</i> (1992 y 1994)
<i>Boletus aff. edulis</i> Bull.: Fr.	Alvarado <i>et al.</i> (1992) Alvarado y Manzola (1993) Domínguez (1997) López-Eustaquio (2000) Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a, 2000b y 2005)
<i>Boletus edulis</i> ssp. <i>aurantioruber</i> Dick & Snell	García (1999)
<i>Boletus edulis</i> var. <i>pinicola</i> Vittad.	Moreno-Fuentes (2002)
<i>Boletus aestivalis</i> Paul.: Fr. = <i>B. edulis</i> var. <i>reticulatus</i> (Schaeff.: Boud.) Bataille = <i>B. edulis</i> ssp. <i>reticulatus</i> (Schaeff.: Bound.) Konrad. <i>et</i> Maubl. = <i>B. edulis</i> ssp. <i>aereus</i> (Bull.: Fr.) Maire	Guzmán (1977) Acosta y Guzmán, (1984) López-Eustaquio (2000)
<i>Boletus pinicola</i> (Vittad.) Venturi = <i>Boletus edulis</i> ssp. <i>pinicola</i> (Vittad.) Konrad <i>et</i> Maubl.	González (1987)
<i>Boletus</i> gpo. <i>edulis</i> Bull.: Fr.	Montañez (1999)
<i>Boletus edulis sensu lato</i> Bull.: Fr.	Gómez <i>et al.</i> (2005)
Complejo	Referencia
<i>Boletus edulis</i> conformado por: <i>B. edulis</i> ssp. <i>pinicola</i> (Vittad.) Konrad <i>et</i> Maubl. <i>B. edulis</i> ssp. <i>reticulatus</i> (Bound) Konrad. <i>et</i> Maubl. <i>B. edulis</i> ssp. <i>aestivalis</i> Paul.: Fr. <i>B. edulis</i> ssp. <i>clavipes</i> (Peck) Singer	Blanc (2001)
<i>Boletus edulis</i> constituido por: <i>B. edulis</i> ssp. <i>clavipes</i> (Peck) Singer <i>B. edulis</i> ssp. <i>pinicola</i> (Vittad.) Konrad. & Maubl. <i>B. edulis</i> ssp. <i>reticulatus</i> (Bound) Konrad <i>et</i> Maubl.	http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html

Anexo 2. Tipos de vegetación asociados al complejo *Boletus edulis* en México.

Tipo de Vegetación							Referencia
1	2	3	4	5	6	7	
X	X	X					Herrera y Guzmán (1961)
X	X	X					Guzmán (1977)
X				X			Welden y Guzmán (1978)
				X			León y Guzmán (1980)
			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1980)
		X		X			Mapes <i>et al.</i> (1981)
	X						Cifuentes <i>et al.</i> (1981)
				X			García y Castillo (1981)
				X			Cifuentes <i>et al.</i> (1982)
		X		X			Frutis (1982)
		X		X			Frutis y Guzmán (1983)
X	X						Meneses y Lagos (1983)
				X		X	Cifuentes <i>et al.</i> (1984)
X							Aroche <i>et al.</i> (1984)
X							Guzmán y Villarreal (1984)
	X						Acosta y Guzmán (1984)
X							Gispert <i>et al.</i> (1984)
				X			Quintos <i>et al.</i> (1984)
X							Ayala y Guzmán (1984)
				X			Rodríguez-Scherzer y Dávalos-Guzmán (1984)
			X	X			Cifuentes <i>et al.</i> (1985)
	X						Garza <i>et al.</i> (1985)
X							Villarreal y Guzmán (1985, 1986a y 1986b)
			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1986)
X	X	X					Zarco (1986)
			X	X			Cifuentes <i>et al.</i> (1987)
						X	Colón (1987)
		X		X			González (1987)
X							Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1987)
		X					Cifuentes <i>et al.</i> (1988)
X							Carrillo-Terrones (1989)
X	X						Villarreal y Pérez-Moreno (1989)
					X		Nava (1990)
X							Moreno-Zárate (1990)
	X	X					Cifuentes <i>et al.</i> (1990)
				X			Cifuentes <i>et al.</i> (1991)
X		X					Nava (1991)
X	X			X			Díaz-Barriga (1992)
	X						Cifuentes <i>et al.</i> (1992)
		X					Alvarado y Manzola (1993)
X							González-Velázquez y Valenzuela (1993)

Anexo 2. (continuación)

Tipo de Vegetación							Referencia
1	2	3	4	5	6	7	
				X			Cifuentes <i>et al.</i> (1993a)
		X					Cifuentes <i>et al.</i> (1993b)
	X						Cifuentes <i>et al.</i> (1994)
	X				X		Pedraza <i>et al.</i> (1994)
X							Villarreal (1994)
			X	X			Domínguez (1997)
X		X		X		X	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	X						Montañez (1999)
				X			López-Eustaquio (2000)
X		X	X	X		X	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a y 2000b)
X							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000c)
X							Zamora-Martínez (2002)
X							Blanc (2001)
X	X	X		X			http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/boletusedulis.html (2001)
				X			Moreno-Fuentes (2002)
X	X	X					Moreno (2003)
X	X			X			United Nations Environment Programme <i>et al.</i> (2003)
		X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2005)

1. Bosque de *Pinus*
2. Bosque de *Quercus*
3. Bosque de *Abies*
4. Bosque Mésófilo de Montaña
5. Bosque de *Pinus-Quercus*
6. Bosque de *Quercus-Pinus*
7. Asociaciones *Pinus-Abies*

Anexo 3. Tipos de climas asociados al complejo *Boletus edulis* en México.

Entidad	Tipo	Temperatura Media (°C)	Precipitación anual (mm)	Referencia
Guerrero	C (w ₂) (w) b i g	ND	ND	Cifuentes <i>et al.</i> (1980)
Guerrero	C (w ₁) A (C) w ₁	ND	ND	Cifuentes <i>et al.</i> (1981)
Michoacán	C (w ₂) (w) b (e) g	16	1000	Mapes <i>et al.</i> (1981)
Guerrero	A C w'' ₂ (w) i g A w'' ₁ (w) (i') g	22 24.1	1373 1135	Cifuentes <i>et al.</i> (1982)
Michoacán	C (w ₂) (w) b (i')	ND	ND	Cifuentes <i>et al.</i> (1984)
Guerrero	C (w)	21.4	1480	Cifuentes <i>et al.</i> (1986)
Veracruz	C (w ₀) x' b'	9.1	1577.7	Villarreal (1985, 1986a y 1986b)
Estado de México	C (fm) w (b') i g C (fm) w' b i g	ND	1560	Colón (1987)
Estado de México	C (w ₂) (w) b' i	22	> 1000	Moreno-Zárate (1990)
Estado de México	C (w ₂) (w)	14-16	ND	Cifuentes <i>et al.</i> (1991)
Estado de México y Distrito Federal	C (w ₂) (w) b (i)	11-18	ND	Nava (1991)
Distrito Federal	C (w ₂) (w) b (i')	15.9	1200.3	Jiménez (1992)
Puebla	C w (w) b g i	8.4	1216	Alvarado y Manzola (1993)
Tlaxco	C (w) (w)	12-16	600-100	Cifuentes <i>et al.</i> (1993b)
Estado de México	C (f) C (w)	12-18	ND	Cifuentes <i>et al.</i> (1994)
Veracruz	C (m)	12-18	ND	Villarreal (1994)
Hidalgo	C (fm) w'' b e g	17.8	2479	Domínguez (1997)
Distrito Federal	C (w ₀) (w) b (i')	12	700	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	C (w ₂) (w) b (i')	10	700	
	C (w ₀) (w) b (i')	12	700	

Anexo 3. (continuación)

Entidad	Tipo	Temperatura Media (°C)	Precipitación anual (mm)	Referencia
Estado de México	C (w ₂) (w) (b') i g	8	1200	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	C (w ₁) (w) b (i') g	14	700-800	
	C (w ₂) (w) b' (i')	14	1200	
	(A) C (w ₂) (w) b i g	14-16	1200	
	C (w ₂ '') (w) b (i') g	16	1500	
	C (w ₂ '') b i	14	1200	
	C (w ₁) (w) b i	14	800	
	C (w ₂) (w) b (i')	12	700	
Hidalgo	C (w ₂) (w) b (i') g	14-16	800-1000	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	C (w ₂) b i g	14	1200	
	C (w ₀) (x') g (i')	14	700	
	C (fm) b (e) g	16	2000	
Morelos	(A) C (w ₂) (w) i g	20	1000	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Veracruz	(A) C (m) a (i) g	20	2000	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	C (fm) b (i)	18	2000	
	C (w ₂ '') (w) (b') i g	10	1200	
	C (fm) b (i')	16	2000	
Estado de México	C (w)	14-20	1000-1200	Montañez (1999)
Oaxaca	C (w ₂ '') c i g	10-18	600-1500	Blanc (2001)

ND=Información No Disponible

Anexo 4. Unidades edafológicas asociadas al complejo *Boletus edulis* en México.

Zona/Entidad Federativa	Tipo de suelo	Referencia
Taxco (Guerrero)	Luvisol Cambisol Litosol	Cifuentes <i>et al.</i> (1986)
Santa Catarina del Monte (Estado de México)	Phaeozem háplico	Moreno-Zárate (1990)
Valle de Bravo (Estado de México)	Andosol húmico y ócrico	Cifuentes <i>et al.</i> (1991)
San Juan Tetla (Puebla)	Andosoles vítricos Podzol Gleyco-Litosólico Coluvio-aluviales	Alvarado y Manzola (1993)
Tlaxco (Tlaxcala)	Litosol Regosol dístico/media	Cifuentes <i>et al.</i> (1993b)
Cofre de Perote (Veracruz)	Andosol húmico y órtico	Villarreal (1994)
Amecameca (Estado de México) Atizapán de Zaragoza (Estado de México) Nicolás Romero (Estado de México) Isidro Fabela (Estado de México) Ixtapaluca (Estado de México) Jilotepec (Estado de México) Lerma (Estado de México) Ocuilán (Estado de México) Temascaltepec (Estado de México) Tenango del Valle (Estado de México)	Andosol húmico + Regosol dístico/gruesa Regosol eútrico +litosol/media Luvisol crómico/media Luvisol crómico + Andosol ócrico/media Feozem háplico + Regosol eútrico/media Vertisol pélico +Feozem háplico/media Andosol húmico +Andosol ócrico/media Andosol húmico/media Andosol mólico/media Andosol húmico/media Andosol húmico +Feozem háplico/media Andosol mólico+ Cambisol crómico/media	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Texcoco (Estado de México)	Feozem háplico +Litosol/media	

Anexo 4. (continuación)

Zona/Entidad Federativa	Tipo de suelo	Referencia
Agua Blanca (Hidalgo) Huasca (Hidalgo)	Regosol eútrico +Litosol/media Luvisol crómico + Cambisol eútrico/fina Andosol ócrico + Andosol mólico/media Feozem háplico +Litosol/media	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
El Chico (Hidalgo) Pachuca (Hidalgo) Zacualtipán (Hidalgo)	Litosol/media Litosol + Feozem háplico/media Luvisol órtico + Luvisol crómico + Cambisol/fina	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Tepoztlan (Morelos)	Andosol húmico +Litosol/media	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Chiconquiaco (Veracruz) Naolinco (Veracruz) Perote (Veracruz) Vigas (Veracruz) Xico (Veracruz)	Andosol húmico +Andosol ócrico/media Andosol húmico + Feozem háplico + Luvisol órtico/media Andosol ócrico + Litosol + Regosol eútrico Andosol ócrico +Andosol húmico/media Andosol órtico + Litosol + Regosol eútrico/media	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Chapa de Mota (Estado de México)	Feozem háplico y lúvico Vertisol pelico Luvisol crómico Litosol Planosol mólico Cambisol éutrico	Montañez (1999)

Anexo 5. Vegetación asociada al complejo *Boletus edulis* en México.

Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Referencia
<i>Pinus rudis</i> Lindl. <i>P. leiophylla</i> Schltld. et Cham. <i>P. teocote</i> Schltld. et Cham. <i>Quercus texcocana</i> Trel. <i>Q. crassipes</i> Humb. et Bonpl. <i>Q. rugosa</i> Née. <i>Q. mexicana</i> Humb. et Bonpl. <i>Arbutus xalapensis</i> HBK.	ND	ND	Frutis (1982)
<i>Pinus montezumae</i> Lamb. <i>P. leiophylla</i> Schltld. et Cham. <i>Alnus jurollensis</i> HBK.	ND	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip. <i>S. salignus</i> DC. <i>Oenothera laciniata</i> Willd.	Aroche et al. (1984)
<i>Quercus rysophylla</i> Weath. <i>Q. canby</i> Trel. <i>Q. coccolobaefolia</i> Trel. <i>Q. polymorpha</i> Schltld. et Cham. <i>Pinus teocote</i> Schltld. et Cham. <i>P. montezumae</i> Lamb.	ND	ND	Garza et al. (1985)
<i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham.	<i>Baccharis conferta</i> HBK. <i>Pernettya ciliata</i> Schltld. et Cham.	<i>Salvia elegans</i> Vahl. <i>Alchemilla pectinata</i> HBK. <i>Chimaphilla umbellata</i> (L.) Barton	Villarreal y Guzmán (1985, 1986a y 1986b)
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl. <i>Abies religiosa</i> (HBK.) Schltld. et Cham.	ND	ND	Colón (1987)
<i>Pinus ponderosa</i> var. <i>arizonica</i> Schaw.	ND	ND	Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1987)

Anexo 5. (continuación)

Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Referencia
<p><i>P. arizonica</i> Engelm. <i>P. leiophylla</i> Schltld. et Cham. <i>P. lumholtzii</i> Robinson et Fern. <i>P. ayacahuite</i> Schltld. <i>Quercus arizonica</i> Sarg. <i>Q. crassifolia</i> Humb. et Bonpl. <i>Q. omisa</i> A. DC. <i>Q. laurifolia</i> Michx.</p>			<p>Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1987)</p>
<p><i>Pinus hartwegii</i> Lindl.</p>	<p>ND</p>	<p>ND</p>	<p>Carrillo-Terrones (1989)</p>
<p><i>Pinus pringlei</i> Shaw. <i>Quercus urbanii</i> Trel. <i>Q. castanea</i> Née. <i>Q. glaucoides</i> Mart. et Gal.</p>	<p>ND</p>	<p>ND</p>	<p>Nava (1990)</p>
<p><i>Pinus hartwegii</i> Lindl.</p>	<p>ND</p>	<p><i>Eupatorium prunellifolium</i> HBK. <i>Geranium potentillifolium</i> DC. <i>Penstemon gentianoides</i> HBK. <i>Lupinus campestris</i> Cham. et Schltld. <i>Alchemilla procumbens</i> Rose <i>Muhlenbergia quadridentata</i> (HBK.) Kunth</p>	<p>Moreno-Zárate (1990)</p>
<p><i>Abies religiosa</i> (HBK.) Schltld. et Cham. <i>Pinus montezumae</i> Lamb.</p>	<p>ND</p>	<p>ND</p>	<p>Nava (1991)</p>
<p><i>Abies religiosa</i> (HBK.) Schltld. et Cham. <i>Pinus montezumae</i> Lamb. <i>P. ayacahuite</i> Schltld. <i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>jorullensis</i> (HBK.) Fern.</p>	<p><i>Cestrum terminale</i> Dunal <i>Symphoricarpus microphyllus</i> Kunth</p>	<p>ND</p>	<p>Alvarado y Manzola (1993)</p>

Anexo 5. (continuación)

Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Referencia
<i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham. <i>P. ayacahuite</i> Schltld. <i>Arbutus xalapensis</i> HBK. <i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>jorullensis</i> (HBK.) Fern.	<i>Baccharis conferta</i> HBK. <i>Budleia parviflora</i> HBK. <i>Senecio sinuatus</i> HBK.	<i>Acaena elongata</i> L. <i>Alchemilla aphanoides</i> Mutis <i>A. pectinata</i> HBK. <i>Chimaphilla umbellata</i> (L.) Barton <i>Pernetia ciliata</i> Small <i>Salvia laevis</i> Benth.	Villarreal (1994)
<i>Quercus. candicans</i> Née. <i>Q. conspersa</i> Benth. <i>Q. crassifolia</i> Humb. et Bonpl. <i>Q. crassipes</i> Humb. et Bonpl. <i>Q. greggii</i> Trel. <i>Q. laeta</i> Liebm. <i>Q. microphylla</i> Née. <i>Q. pulchella</i> Humb. et Bonpl.	ND	ND	Pedraza et al. (1994)
<i>Q. rugosa</i> Née. <i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham. <i>P. rudis</i> Lindl. <i>P. teocote</i> Schltld. et Cham. <i>Arbutus glandulosa</i> Mart. & Gal.	ND	ND	Pedraza et al. (1994)
<i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham. <i>P. teocote</i> Schltld. et Cham. <i>Arbutus xalapensis</i> HBK.	ND	ND	Dominguez (1997)
<i>Pinus montezumae</i> Lamb. <i>P. patula</i> Schltld. et Cham <i>P. hartwegii</i> Lindl.	ND	ND	Zamora-Martínez et al. (2000a)
<i>Pinus patula</i> Schltld. et Cham. <i>P. pseudostrobus</i> Lindl.	ND	ND	Zamora-Martínez et al. (2000b)

Anexo 5. (continuación)

Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Referencia
<i>Pinus rudis</i> Lindl <i>P. patula</i> Schltd. et Cham. <i>P. oaxacana</i> Mirov. <i>P. teocote</i> Schltd. et Cham. <i>Arbutus glandulosa</i> Mart. & Gal.	ND	ND	Blanc (2001)
<i>Abies religiosa</i> (HBK.) Schltd. et Cham.	ND	ND	Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2005)

ND= Información No Disponible.

Anexo 6. Material de herbario consultado del complejo *Boletus edulis*.

Herbario	No. de catálogo	Colector(es)	No. de colecta	Fecha de colecta
ENCB	ND	ND	10514	15/07/1972
ENCB	ND	G. Guzmán	1902	ND
ENCB	ND	G. Guzmán	6789	21/07/1968
ENCB	ND	G. Guzmán	762	28/06/1957
ENCB	ND	García Franco	ND	12/06/1985
ENCB	ND	E. Fanti	214	17/08/1982
ENCB	ND	E. Fanti	230-A	20/08/1982
ENCB	ND	R. E. Santillán	302	02/09/1983
ENCB	ND	R. E. Santillán	350	03/09/1983
ENCB	ND	M. Palacios Rios	347	03/09/1983
ENCB	ND	Valenzuela R.	2280	01/09/1983
ENCB	ND	Guzmán-Davalos L.	908	03/09/1983
ENCB	ND	Acosta J.	150	03/06/1977
ENCB	ND	G. Guzmán.	259	01/10/1955
ENCB	ND	J. A. Sánchez Hdz.	8	jul-70
ENCB	ND	M. A. Hernández	107	10/09/1967
ENCB	ND	A. Patiño	13	08/07/1973
ENCB	ND	G. Guzmán	7485	13/07/1969
ENCB	ND	G. Guzmán	6137	26/09/1967
ENCB	ND	Lourdes Fernández	16	04/07/1982
ENCB	ND	Guzmán-Davalos L.	302	05/08/1982
ENCB	ND	G. Guzmán	3116	19/07/1962
ENCB	ND	M. E. Nuñez	5	jul-66
ENCB	ND	S. Chacón	372	10/09/1982
ENCB	ND	G. Rodríguez	1004	19/09/1982
ENCB	ND	G. Guzmán	2538	14/09/1960
ENCB	ND	S. Chacón	601	26/09/1982
ENCB	ND	G. Guzmán	4387	21/06/1964
ENCB	ND	A. M. Pascoe	15	07/07/1966
ENCB	ND	Antonio López González	213	08/08/1967
ENCB	ND	J. Gimete	1017	22/07/1972

Anexo 6. (continuación)

Herbario	No. de catálogo	Colector(es)	No. de colecta	Fecha de colecta
ENCB	ND	A. González Velázquez	946	01/09/1988
ENCB	ND	G. Guzmán	8277	06/09/1970
ENCB	ND	G. Guzmán	11543	06/07/1974
ENCB	ND	G. Guzmán	18351-B	14/08/1980
ENCB	ND	Y. Madrigal	ND	17/11/1977
ENCB	ND	Renato Sánchez	91	28/07/1979
ENCB	ND	G. Guzmán	22750	10-12/09/1982
ENCB	ND	Walter S. Miller	ND	1959
ENCB	ND	G. Guzmán	4106	ago-63
ENCB	ND	L. Colón	611	06/11/1983
ENCB	ND	Gonzáles Fuentes	449	12/09/1983
ENCB	ND	Gonzáles Fuentes	227	18/08/1983
ENCB	ND	E. Turra	3263	20/07/1976
ENCB	ND	F. Ventura	5631	30/06/1972
ENCB	ND	F. Ventura	17429	06/06/1980
ENCB	ND	F. Ventura	16630	28/11/1979
ENCB	ND	F. Ventura	5632	30/06/1972
ENCB	ND	Salvador Acosta	323	12/08/1979
MEXU	16469	E. Pérez <i>et al.</i>	ND	28/08/1980
MEXU	19872	E. Pérez., E. Aguirre., E. Chinchilla y M. Martínez	ND	29/08/1980
MEXU	12520	E. Pérez y R. Hernández	ND	26/09/1978
MEXU	17454	E. Pérez <i>et al.</i>	ND	01/09/1983
MEXU	5011	T. Herrera	ND	01/09/1957
MEXU	18749	E. Pérez S., E. Aguirre y E. Chinchilla.	ND	15/08/1981
MEXU	19910	R. Aroche	ND	23/07/1982
MEXU	21981	E. Pérez., S. Cruz. A. Ocampo y E. Bárcenas	ND	27/08/1989
MEXU	3092	E. Pérez S	ND	13/06/1957
MEXU	13279	Rafael Díaz	ND	12/08/1974
MEXU	13302	Rafael Díaz	ND	14/08/1974
MEXU	12329	E. Pérez S. y R. Lamothe	ND	06/08/1978
MEXU	3320	T. Herrera	ND	21/07/1957
MEXU	3256	T. Herrera	ND	25/08/1957

Anexo 6. (continuación)

Herbario	No. de catálogo	Colector(es)	No. de colecta	Fecha de colecta
MEXU	3979	B. Lowy, M. Ruíz O. y T. Herrera	ND	12/08/1962
MEXU	13020	E. Pérez S. y R. Lamothe	ND	06/08/1978
MEXU	3089	T. Herrera y O. Sánchez	ND	16/09/1956
MEXU	3345	T. Herrera	ND	28/07/1957
MEXU	4417	M. Ruíz O.	ND	11/08/1960
MEXU	12278	E. Pérez S., R. Hernández y R. Lamothe	ND	14/08/1978
MEXU	13649	E. Pérez S. y R. Hernández	ND	07/08/1979
MEXU	4016	G. Guzmán y T. Herrera	ND	03/09/1961
MEXU	13168	E. Pérez S. y R. Lamothe	ND	24/06/1979
MEXU	17140	E. Pérez <i>et al.</i>	ND	16/08/1980
MEXU	10969	E. Aguirre y J. Luis Márquez	ND	30/05/1976
MEXU	10355	R. Lamothe y E. Pérez S.	44	28-29/07/1976
MEXU	13565	E. Pérez y R. Hernández	ND	03/08/1979
MEXU	13536	E. Pérez y R. Hernández	ND	05/08/1979
MEXU	5541	R. Riba., Ma Estela R de Riba y C.M.	ND	08/08/1965
MEXU	13341	E. Pérez y R. Lamothe	ND	19/10/1979
MEXU	21613	E. Pérez., H. Luna., R. Valenzuela., S. Cruz y A. Ramírez	ND	26/07/1987
MEXU	10401	R. Lamothe y E. Pérez S.	64	30/07/1976
MEXU	10817	A. Delgado y R. Hernández	2526	16/07/1976
MEXU	10986	E. Pérez S.	ND	03/07/1976
MEXU	10952	E. Pérez S.	ND	03/07/1976
MEXU	10951	Rafael Lamothe	ND	30/07/1976
MEXU	10787	E. Pérez S.	ND	03/07/1976
MEXU	10826	R. Lamothe	ND	03/06/1976
MEXU	10101	Díaz, Alvarez y Guerrero	37	19/06/1974
MEXU	16513	E. Pérez <i>et al.</i>	ND	13/09/1980
MEXU	5177	T. Herrera, R. Hernández y M. Ulloa	ND	09/07/1966
MEXU	5821	T. Herrera, R. Hernández y M. Ulloa	ND	10/07/1966
FCME	16342	Moreno Fuentes Ángel	567	11/08/1998
FCME	15319	Moreno Fuentes Ángel	378	10/08/1997
FCME	15347	Garibay O.	81	11/08/1997
FCME	9981	Moreno Fuentes Ángel	370	09/08/1997

Anexo 6. (continuación)

Herbario	No. de catálogo	Colector(es)	No. de colecta	Fecha de colecta
FCME	5717	Moreno Fuentes Ángel	I-1	03/08/1992
FCME	4730	Nava Juárez O.	ND	09/08/1983
FCME	4732	Nava Juárez O.	ND	10/08/1983
FCME	1967	Cifuentes B. J.	763	19/08/1980
FCME	7244	Guerrero Arenas y Moreno Fuentes	247	04/09/1995
FCME	8543	Villegas Ríos M.	1828	23/08/1996
FCME	1480	Gutiérrez Ruíz Jaime	ND	22/09/1981
FCME	1534	Martha Lucero A.	ND	06/08/1981
FCME	1536	Silvia G. Capello	84	11/07/1981
FCME	10249	Gutiérrez Ruíz Jaime	ND	21/09/1981
FCME	10253	Hernández O.R.	ND	21/09/1981
FCME	10406	Maura Muñoz Medina	ND	12/07/1980
FCME	10872	Hernández	ND	17/07/1982
FCME	10876	Luna Hernández	ND	02/07/1982
FCME	12623	Pérez Ramírez	384	05/07/1982
FCME	12664	Ortíz Flores M.E.	ND	07/07/1984
FCME	12718	Ortíz Flores M.E.	ND	07/07/1984
FCME	12729	Navarrete Heredia	ND	09/07/1984
FCME	12900	Ortíz Flores M.E.	ND	13/08/1984
FCME	13146	Pérez Ramírez	561	20/08/1985
FCME	13458	De Gortari y Villegas R. M.	348	29/09/1985
FCME	13730	Sánchez S., y Villegas	689	03/07/1986
FCME	1665	Cifuentes B.J.	555	28/07/1980
FCME	10911	Pérez Ramírez	293	26/08/1981
FCME	11663	Arias Montes Salvador	ND	18/08/1983
FCME	11681	García Aguayo Andrés	ND	28/07/1983
FCME	11708	Padilla H. Francisco	ND	28/07/1983
FCME	13951	Bulnes y Cifuentes	2696	25/07/1987
FCME	17061	Sierra Galván	724	15/07/1999
FCME	3966	López Rosas y Pérez Ramírez	1400	01/08/1981
FCME	4957	Sierra Galván	69	04/07/1992
IZTA	ND	Camarrillo-Chacón	34	21/10/1981

Anexo 6. (continuación)

Herbario	No. de catálogo	Colector(es)	No. de colecta	Fecha de colecta
IZTA	2140	Estrada M.J.C.	ND	13/07/1986
IZTA	2132	V. Rivera	ND	06/06/1982
IZTA	2135	Estrada Torres	99	27/06/1981
IZTA	2138	Moreno Trejo A.	35	25/08/1984
IZTA	2141	Gilberto Olvera	5	16/08/1986
IZTA	3139	Fco. Jiménez	ND	09/08/1986
IZTA	2128	Gaytán Borgoñón	ND	31/07/1982
XAL	ND	J. E. Laferriere	818	17/08/1987
XAL	ND	G. Guzmán	32300	17/06/1998
XAL	ND	G. Guzmán	33091	07/07/1999
XAL	ND	G. Guzmán	33137	ND
XAL	ND	F. Ventura	17422	06/07/1980
XAL	ND	L. Centurión	101	ND
XAL	8343	Carlos Cuevas Suárez	531	11/07/2001
XAL	ND	G. Guzmán	30380	18/09/1991
XAL	ND	L. Villarreal	2508	19/06/1986
XAL	ND	L. Villarreal	749	29/09/1983
XAL	ND	L. Villarreal	476	21/07/1983
XAL	ND	F. Tapia	262	01/10/1990
XAL	ND	L. Villarreal	511-A	04/08/1983
XAL	ND	A. López	536	02/07/1976
XAL	ND	L. Villarreal	1486	10/09/1984
XAL	ND	L. Villarreal	1305	16/07/1984
XAL	ND	D. Fernández	942	21/09/1995
XAL	ND	Díaz	4	10/07/1993
XAL	ND	L. Villarreal	481	28/07/1983
XAL	ND	L. Villarreal	694	14/09/1983
XAL	ND	J. Rico	967	21/09/1995
ITAO	827	T. Avendaño-Calvo	1	06/08/2002
ITAO	752	Vásquez Dávila Marco A.	ND	29/08/2002

Anexo 7. Datos de las etiquetas de herbario de los ejemplares del complejo *Boletus edulis*.

Colección Micológica	Nombre(s) Común(es)	Tipos de Vegetación	Altitud (m)	Hábito	Sustrato
ENCB	Cema Pancita Pambazo Pijo*	Bosque de <i>Abies</i> Bosque de <i>Pinus</i> <i>Bosque de Pinus-Quercus</i> Bosque de <i>Quercus</i> Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	1350-3600	Solitario	Humícola
MEXU	Pambazo Hongo de jícara	Bosque de <i>Abies</i> Bosque de <i>Pinus</i> <i>Bosque de Pinus-Quercus</i> Bosque de <i>Quercus</i> Bosque de <i>Quercus-Pinus</i>	1500-3200	ND	ND
FCME	Pambazo	Bosque de <i>Abies</i> Bosque de <i>Pinus</i> <i>Bosque de Pinus-Quercus</i> Bosque de <i>Quercus</i> Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> Bosque Mesófilo de Montaña	750-300	ND	Humícola Terrícola
IZTA	ND	Bosque de <i>Abies</i> Bosque de <i>Pinus</i> <i>Bosque de Pinus-Quercus</i> Bosque Mesófilo de Montaña	2400-3054	ND	Humícola Terrícola
XAL	ND	Bosque de <i>Pinus</i> Bosque de <i>Quercus</i> Bosque Mesófilo de Montaña	1300-2850	ND	ND
ITAO	Hongo esponja Lengua de toro Brel luchl jun**	Bosque de <i>Pinus</i>	2950	ND	Humícola

ND= Información No Disponible

* Nombre en Otomí

** Nombre en Zapoteco

Anexo 8. Localidades de recolecta georreferenciadas del complejo *Boletus edulis*.

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Chiapas			
Lagunas de Montebello	Comitán de Domínguez	16° 06' 14"	91° 42' 12"
Chihuahua			
Cabo-rachi	Guachochi	27° 34' 01"	107° 33' 49"
Rincón del Manzano, W Caboreche*			
Km 10 carr. Guachochi-Balleza	Guachochi	26° 52' 16"	107° 31' 04"
Barrancas estación	Guachochi	27° 31' 35"	107° 49' 53"
Nabogame	Temósachi	28° 30' 00"	108° 30' 00"
km 17.9 del entronque a Batopilas, carretera Creel-Guachochi	Guachochi	27° 36' 22"	107° 33' 13"
1 km delante de "El Ranchito", carretera San Juanito- Basaseachic	Bocoyna	27° 42' 05"	107° 33' 49"
km 8 de la brecha Norogachi-Nonoava	Guachochi	27° 13' 05"	107° 06' 24"
Nechu piachi, 8 km al SE de San Juanito	Bocoyna	27° 55' 16"	107° 31' 04"
Distrito Federal			
Parres, km 38.9 carretera México-Cuernavaca	Tlalpan	19° 07' 40"	99° 10' 50"
Parres, km 38.9 carretera México-Cuernavaca	Tlalpan	19° 07' 40"	99° 10' 50"
Distrito Federal	Benito Juárez	19° 23' 03"	99° 10' 01"
km 32 autopista México-Cuernavaca, cerca con los límites de Morelos	Tlalpan	19° 05' 18"	99° 12' 30"
La Ventana, camino al Desierto de los Leones	Cuajimalpa de Morelos	19° 19' 01"	99° 18' 39"
Ajusco	Tlalpan	19° 13' 23"	99° 14' 29"
Obsequiado en un restaurante polaco de la Ciudad de México, Colonia Napoles (calle de Pensilvania)	Benito Juárez	19° 23' 26"	99° 10' 42"
Ajusco	Tlalpan	19° 13' 23"	99° 14' 29"
Ajusco	Tlalpan	19° 13' 23"	99° 14' 29"
Durango			
Arroyo temascal, SE de Piedra Herrada, Rancho de la Peña, Reserva de la Biósfera	Súchil	23° 20' 33"	104° 10' 48"
Potrero Los Venados, al N de la estación Biológica de la Reserva de la Biósfera la Michilía*			
Alrededores de la Reserva de la Biósfera Michilía	Súchil	23° 35' 05"	104° 02' 48"
Potrero el Olvido, Reserva de la Biósfera Michilía	Súchil	23° 22' 38"	104° 14' 33"
Potrero el Olvido, Reserva de la Biósfera Michilía	Súchil	23° 22' 38"	104° 14' 33"

Anexo 8 (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Durango			
km 69 carretera Durango-Mazatlán.	Durango	23° 55' 00"	104° 58' 14"
Trampa el Olvido, Reserva de la Biósfera Michilía	Súchil	23° 22' 38"	104° 14' 33"
Potrero el Olvido, Reserva de la Biósfera Michilía	Súchil	23° 22' 38"	104° 14' 33"
Estado de México			
Parque Nacional "Bosancheve"	Villa de Allende	19° 25' 11"	100° 06' 26"
Amecameca-Popocatépetl	Amecameca	19° 04' 04"	98° 41' 50"
Cerro de la Marquesa, Parque Nacional Miguel Hidalgo	Ocoyoacan	19° 18' 00"	99° 22' 50"
La Marquesa, Parque Nacional Miguel Hidalgo	Ocoyoacan	19° 17' 52"	99° 22' 08"
Río Frío, km 59 carretera México-Puebla	Ixtapaluca	19° 20' 05"	98° 40' 35"
Cruz Blanca, carretera Valle de Bravo a Temascaltepec	Donato Guerra	19° 17' 42"	100° 06' 01"
Paso de Cortés (Sierra Nevada)	Amecameca	19° 05' 09"	98° 38' 34"
Cercanías de Peña Blanca, SE de Valle de Bravo	Valle de Bravo	19° 08' 45"	100° 06' 07"
Cerca de la Cascada Velo de Novia, zona de Avandaro, S de Valle de Bravo	Valle de Bravo	19° 09' 51"	100° 08' 31"
Los Saucos, km 15 de la desviación hacia Valle de Bravo de la carretera Toluca-Temascaltepec	Valle de Bravo	19° 09' 34"	100° 00' 15"
Camino a Amecameca a Tlamacas, cerca de la barra de Ameyalco	Amecameca	19° 04' 11"	98° 41' 10"
Paso de Cortés (Iztaccíhuatl-Popocatépetl)	Amecameca	19° 05' 09"	98° 38' 34"
Loma alta, km 3 de la desviación al Refugio del Nevado de Toluca, carretera Toluca- Temascaltepec	Temascaltepec	19° 11' 08"	99° 48' 22"
La Marquesa, Parque Nacional Miguel Hidalgo	Ocoyoacan	19° 17' 42"	99° 21' 30"
Lado oeste del paso de Cortés, Volcán Popocatépetl	Amecameca	19° 05' 12"	98° 39' 01"
Barranca de Ameyalco, carretera Amecameca-Ameyalco (Popocatépetl)	Amecameca	19° 04' 09"	98° 41' 06"
Tlazala Fabela	Isidro Fabela	19° 33' 42"	99° 24' 15"
km 6 camino Zacualpán- Mamatla	Zacualpán	19° 15' 43"	99° 58' 14"
Parque Nacional Zoquiapan	Ixtapaluca	19° 18' 53"	98° 44' 13"
Ocuilán	Ocuilan	18° 58' 55"	99° 24' 48"
carretera Tlanepantla-Villa del Carbón km 36.5	Villa del Carbón	19° 43' 20"	99° 26' 30"
Tlazala de Fabela	Isidro Fabela	19° 33' 42"	99° 24' 15"
Mpio. de Tenango del Aire y de Chalco*			
El cedral	Santa Ana Jilotzingo	19° 32' 34"	99° 23' 10"

Anexo 8. (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Estado de México			
Falda del Nevado de Toluca	Toluca	19° 07' 24"	99° 46' 50"
Villa del Carbón, Cahuacán	Villa del Carbón	19° 40' 37"	99° 25' 53"
Villa del Carbón, Cahuacán	Villa del Carbón	19° 40' 37"	99° 25' 53"
km 25 carretera. Atizapán-Villa del Carbón	Villa del Carbón	19° 44' 00"	99° 29' 00"
Mercado Amecameca	Amecameca	19° 07' 28"	98° 45' 59"
Sierra Tlaloc, cerca de Texcoco	Texcoco	19° 24' 28"	98° 42' 39"
San Cayetano, criadero de venados, km 123 carretera México-Morelia	San José de Allende	19° 24' 06"	100° 05' 18"
km 25 carretera Atizapán-Villa del Carbón	Villa del Carbón	19° 44' 00"	99° 29' 00"
Tenango del Valle	Tenango del Valle	19° 00' 12"	99° 35' 24"
San Pedro Tlanisco (Mercado de Tenango del Valle)	Tenango del Valle	19° 06' 19"	99° 35' 34"
Salazar, Municipio Lerma.	Lerma	19° 18' 26"	99° 23' 41"
Guanajuato			
km 9-11 de Santa Rosa de Lima-Monte de San Nicolás	Guanajuato	21° 04' 18"	101° 11' 27"
Brecha de Santa Rosa de Lima-San Nicolás	Guanajuato	21° 03' 45"	101° 11' 52"
Guerrero			
km 6 sobre la desviación a Zapotitlán	Tlapa	17° 22' 18"	98° 32' 12"
km 2 sobre la desviación a "El Durazno", carretera Chilpancingo- Tlapa	Tixtla de Guerrero	17° 32' 04"	99° 16' 50"
"El Ahuajote", carretera Chilpancingo-Chipala	Tixtla de Guerrero	17° 34' 49"	99° 16' 49"
km 76, carretera Chilpancingo-Tlapa	Atlixac	17° 33' 57"	98° 56' 36"
km 76, carretera Chilpancingo-Tlapa	Atlixac	17° 33' 57"	98° 56' 36"
km 8.5 entre "Carrizal y Atoyac"	Chichihualco	17° 33' 13'	99° 53' 05"
Presa "El Rincón"	Mochitlán	17° 17' 18"	99° 29' 03"
Agua de Obispo	Mochitlán	17° 19' 49"	99° 27' 39"
km 4.5, entre el Carrizal y Atoyac	Chichihualco	17° 34' 17"	99° 53' 05"
Cañada de Agua Fria, Omiltemi	Chilpancingo de los Bravo	17° 33' 30"	99° 41' 24"
Cañada de Agua Fria	Chilpancingo de los Bravo	17° 33' 30"	99° 41' 24"
Cerro Palo Hueco. Omiltemi	Chilpancingo de los Bravo	17° 33' 03"	99° 41' 01"
Cañada de Agua Fria, Omiltemi	Chilpancingo de los Bravo	17° 33' 30"	99° 41' 24"

Anexo 8. (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Guerrero			
Cañada de la perra, Omiltemi	Chilpancingo de los Bravo	17° 33' 15"	99° 41' 22"
Parque Cerro del Huizteco	Chilpancingo de los Bravo	18° 35' 48"	99° 36' 10"
Desviación a Puerto Oscuro, Taxco-Tetipac	Taxco	18° 35' 27"	99° 37' 51"
8 km, al SE de Chichihualco	Chichihualco	17° 36' 08"	99° 37' 05"
Hidalgo			
Hacienda de San Miguel Regla	Huasca de Ocampo	20° 13' 19"	98° 33' 15"
km 15-18, carretera Huasca-Tulancingo	Huasca de Ocampo	20° 10' 47"	98° 26' 29"
Mercado de Pachuca, 1o de mayo	Pachuca de Soto	20° 07' 14"	98° 44' 22"
Carretera Pachuca-Huasca. A la altura del balneario Sierra Verde	Huasca de Ocampo	20° 12' 28"	98° 36' 05"
San Miguel Regla	Huasca de Ocampo	20° 13' 02"	98° 33' 16"
El Chico	Mineral el Chico	20° 12' 47"	98° 43' 34"
Hacienda de San Miguel Regla	Huasca de Ocampo	20° 13' 19"	98° 33' 15"
San Miguel Regla	Huasca de Ocampo	20° 13' 02"	98° 33' 16"
km 9 carretera Huasca-Tulancingo	Huasca de Ocampo	20° 12' 27"	98° 29' 57"
Zacualtipán	Zacualtipán de Angeles	20° 39' 05"	98° 39' 05"
km 19 carretera Tulancingo-Huasca	Huasca de Ocampo	20° 12' 27"	98° 29' 53"
Piedra Blanca, 2 km despues de Carpinteros, carretera Huejutla-Pachuca	Zacualtipán de Angeles	20° 36' 23"	98° 39' 17"
Real de Huasca	Huasca de Ocampo	20° 12' 08"	98° 34' 30"
Las Ventanas, Parque Nacional el Chico	Mineral el Chico	20° 11' 10"	98° 44' 12"
Agua Blanca	Agua Blanca de Iturbide	20° 21' 02"	98° 21' 15"
km 1, al SE de Mineral el Chico, Parque Nacional el Chico	Mineral el Chico	20° 12' 29"	98° 43' 05"
5 km, al SW de Huasca, cerca de la desviación de Atotonilco	Huasca de Ocampo	20° 12' 18"	98° 37' 30"
Jalisco			
Pinar de la Venta, carretera Guadalajara a Tepic, occidente de Guadalajara	Zapopan	20° 43' 08"	103° 31' 09"
A 1 km del Mirador, rumbo a Barra de Navidad, cerca de Cocula	Cocula	20° 16' 41"	103° 55' 10"
Michoacán			
"Pontezuelas", km 219-220 carretera Morelia-Toluca	Charo	19° 39' 32"	101° 00' 03"
Landero	Benito Juárez	19° 18' 28"	100° 22' 51"

Anexo 8. (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Michoacán			
km 186 carretera Toluca-Morelia	Ciudad Hidalgo	19° 41' 11"	100° 49' 50"
km 163 carretera Toluca-Morelia	Ciudad Hidalgo	19° 40' 11"	100° 42' 17"
km 163 carretera Toluca-Morelia	Ciudad Hidalgo	19° 40' 11"	100° 42' 17"
Laguna Larga, zona de protección forestal Los Azufres	Ciudad Hidalgo	19° 47' 09"	100° 41' 29"
Llano de las Papas, REBMM	Angangueo	19° 39' 34"	100° 15' 32"
La Mesa, S de San Francisco Pichataro, Cuenca de Patzcuaro	Tingambato	19° 32' 13"	101° 46' 13"
Cerro Chiquito. Campo Experimental Forestal, Barra de Cupatitzio	Uruapan	19° 24' 17"	102° 03' 51"
Cerro de la Antena, al NE de Uruapan	Uruapan	19° 26' 44"	102° 02' 22"
Zona de puerto Garnica, región de Mil Cumbres	Querendaro	19° 40' 24"	100° 49' 15"
Morelos			
km 4 carretera La Pera- Oaxtepec	Tepoztlán	19° 00' 14"	99° 07' 36"
km 4 carretera La Pera- Oaxtepec	Tepoztlán	19° 00' 14"	99° 07' 36"
km 4 carretera La Pera- Oaxtepec	Tepoztlán	19° 00' 14"	99° 07' 36"
km 4 carretera La Pera- Oaxtepec	Tepoztlán	19° 00' 14"	99° 07' 36"
km 4 carretera La Pera- Oaxtepec	Tepoztlán	19° 00' 14"	99° 07' 36"
Lagunas de Zempoala	Huitzilac	19° 03' 11"	99° 18' 43"
km 7.5 carretera Sta. Martha-Lagunas de Zempoala	Huitzilac	19° 03' 25"	99° 18' 53"
Nayarit			
La Noria, reserva ecológica del Cerro San Juan	Tepic	21° 28' 37"	104° 58' 25"
Oaxaca			
San Miguel del Valle, paraje Llano Virgen	Villa Díaz Ordaz	17° 05' 38"	96° 25' 53"
Cuajimolollas Tlacomulco "Feria del Hongo"	Ixtlán de Juárez	17° 07' 05"	96° 27' 12"
San Miguel Progreso, km 80 al Sur de Tlaxiaco	Tlaxiaco	17° 10' 29"	97° 47' 52"
Cerca del punto, terrenos de Ixtepeji, carretera Oaxaca-Tuxtepec	Santa Catarina Ixtepeji	17° 13' 00"	96° 35' 07"
Puebla			
Mercado de Teziutlan	Teziutlán	19° 49' 06"	97° 21' 28"
Mercado de Teziutlan	Teziutlán	19° 49' 06"	97° 21' 28"
Mercado de Zacapoaxtla	Zacapoaxtla	19° 52' 13"	97° 35' 28"

Anexo 8. (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Puebla			
Paso de Cortés (Popocatepetl)	San Andrés Calpan	19° 05' 09"	98° 38' 34"
Querétaro			
Parque San Joaquín, alrededores de San Joaquín	San Joaquín	20° 54' 42"	99° 34' 33"
Tlaxcala			
km 4-5 del Rosario-parque Recreativo "El Rodeo"	Tlaxco	19° 37' 28"	98° 13' 38"
7a. Sección de Tlacotla	Tlaxco	19° 36' 44"	98° 06' 39"
Xaxahuitzi	San Luis Teolochalco	19° 34' 04"	98° 10' 19"
Veracruz			
Puerto de Lobos	Huayacocotla	20° 32' 00"	98° 28' 35"
Casa Blanca	Las Vigas de Ramírez	19° 38' 19"	97° 09' 40"
La Cascada	Naolinco	19° 39' 01"	96° 52' 34"
San Antonio	San Andrés Talicohuayocán	19° 32' 46"	96° 58' 38"
Casa Blanca	Las Vigas de Ramírez	19° 38' 19"	97° 09' 40"
La Cascada	Naolinco	19° 39' 01"	96° 52' 34"
Mercado Las Américas, Xalapa	Xalapa	19° 32' 33"	96° 55' 22"
Parque Ecológico El Haya	Xalapa	19° 30' 56"	96° 56' 32"
Comprado en el ejido Escobillo, camino rural a 15 km aprox. de Perote, cerca de Rancho Nuevo	Perote	19° 31' 10"	97° 11' 56"
EL Revolcadero, ejido Ingenio El Rosario	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio el Rosario, zona E de Cofre de Perote	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
Poblado Ejido Ingenio El Rosario, tras las primeras casas del poblado, (Sr Epigmenio)	Xico	19° 31' 05"	97° 05' 00"
Los Gallos. 1.5 km al N de Ingenio, El Rosario, zona E del Cofre de Perote	Xico	19° 31' 16"	97° 05' 33"
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio el Rosario, zona E de Cofre de Perote.	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
Cruz Blanca, cerca de Perote, carretera Perote-Xalapa	Las Vigas de Ramírez	19° 38' 18"	97° 09' 40"
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio El Rosario, zona E de Cofre de Perote	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio El Rosario, zona E de Cofre de Perote	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
Los Gallos, 1.5 km al N de Ingenio, El Rosario, Zona E del Cofre e Perote	Xico	19° 31' 16"	97° 05' 33"
Cruz Blanca, 39 km por la carretera Xalapa-Perote	Villa Aldama	19° 38' 18"	97° 09' 40"

Anexo 8. (continuación)

Estado/Localidad	Municipio	Latitud N	Longitud W
Veracruz			
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio El Rosario, zona E de Cofre de Perote	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
EL Revolcadero, 1 km al S de Tembladeras, ejido Ingenio El Rosario, zona E de Cofre de Perote	Xico	19° 30' 11"	97° 07' 20"
Los Gallos, 1.5 km al N de Ingenio, El Rosario, zona E del Cofre de Perote	Xico	19° 31' 16"	97° 05' 33"
Naolinco-Acatlán	Acatlán	19° 41' 19"	96° 51' 47"
Santa Rita*			
Zacatecas			
Los Álamos, 5 km al NO de Monte Escobedo	Monte Escobedo	22° 16' 47"	103° 36' 21"

*Localidades con datos insuficientes para georreferenciar

Fuente: Cartas topográficas (1:50,000) del INEGI, 1970

Anexo 9. Climas identificados en las cartas del INEGI apartir de la georreferenciación de las localidades de recolecta del complejo *Boletus edulis* en México.

Tipo de Clima	Temperatura media anual (° C)	Precipitación media anual (mm)
C (w ₂) (w) b (i') g	8°-10 14° 16°-18°	700 800-1000 1000-1200
C (w ₂ '') (w) b i g	8°-10° 12°	800-1000 1200
C (w' ₂) (w) b (i') g	14°-16°	700 800-1000 1200 1500
C (w ₂) (w) (b') (i')	10°-12°	800 1000 1200
C (w ₂) b (e)	16°	600
C (w ₂ '') b i	14° 16	1000 1200 1500
C (w ₂) (w) b (i')	12°	1500
C (w ₂) (w) (bi') i	12°	1500
C (w' ₂) (w) b (i') g	14°-16°	700
C (fm) b (i') g	18°	2000
C (fm) w'' b (e) g	16°	1500

Anexo 9. (continuación)

Tipo de Clima	Temperatura media anual (° C)	Precipitación media anual (mm)
C (fm) b (i')	16°	1500
	18°	2000
C (m) b (e) g	16°	1500
C (m) w'' b (i') g	16°	1500
C (w ₀) (w) b (e)	18°	700
C (w ₀) (w) b (e) g	16°	700-800
C (w ₀) b (e)	18°	600
C w ₁ (w) b i g	16°	800
	18°	1000
C (w ₁) (w) b (e)	16°	800
C (w ₁) (w) b (i')	12°-14°	800
C (w ₁ '') (w) b i g	14°	700
(A) (C) (w ₂) (w) b i g	18	1500
(A) C (w ₁) (w) a (e) g	20	1800
(A) C (w ₂) (w) b (i') g	14	1200
		1500
A (C) w ₀ (w) (i') g	17°	1200

Fuente: Cartas climáticas (escala 1:500000) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1970.

Acapulco 14Q-VII

Pachuca 14Q-V

Oaxaca 14Q- VII

Durango 13R-VIII

Querétaro 14Q-III

Hidalgo del Parral 13R-V

Villahermosa 15Q-VII

México 14Q-V

Veracruz 14 Q-VI

Guadalajara 13Q-IV

Zacatecas 13Q-II

Anexo 10. Unidades edafológicas identificadas en las cartas del INEGI a partir de la georreferenciación de las localidades de recolecta del complejo *Boletus edulis* en México.

Tipo	Descripción	Textura
Ao + Th + Vp	Acrisol-órtico + Andosol-húmico + Vertisol-pélico	Media
Be + Hh	Cambisol-eútrico + Feozem-háplico	Media
Be + Tm + I	Cambisol-eútrico + Andosol-mólico + Litosol	Media
Be + To	Cambisol-eútrico + Andosol-órtico	Media
Be + Lc + Re	Cambisol-eútrico + Luvisol-crómico+ Regosol-eútrico	Media
Be+Re	Cambisol-eútrico + Regosol-eútrico	Media
Bh + I	Cambisol-húmico + Litosol	Media
Bv+ Lo	Cambisol-vértico + Luvisol-órtico	Fina
Hh + I + Be	Feozem-háplico + Litosol + Cambisol-eútrico	Media
Hh + Re + Lc	Feozem-háplico + Regosol-eútrico + Luvisol-crómico	Media
Hh	Feozem-háplico	Media
Hh + I	Feozem-háplico + Litosol	Media
Hh + I + Lc	Feozem-háplico + Litosol + Luvisol-crómico	Media
Hh + I + Re	Feozem-háplico + Litosol + Regosol-eútrico	Media
Hh + I + Tm	Feozem-háplico + Litosol + Andosol-mólico	Media
Hh + Re + Be	Feozem-háplico + Regosol-eútrico + Cambisol-eútrico	Media
I + Hh	Litosol + Feozem-háplico	Media
I + E + Ao	Litosol + Rendzina + Acrisol-órtico	Media
I+ Re + Hh	Litosol + Regosol-eútrico + Feozem-háplico	Media
Lc + Be	Luvisol-crómico + Cambisol-eútrico	Media
Lc + To + I	Luvisol-crómico + Andosol-órtico + Litosol	Media
Lc + Bc	Luvisol-crómico + Cambisol-crómico	Fina
Lc + Bc + Af	Luvisol-crómico + Cambisol-crómico + Acrisol-férrico	Fina
Lf	Luvisol-férrico	Media
Lo + I + Hh	Luvisol-órtico + Litosol + Feozem-háplico	Media
Lo + Lc + Be	Luvisol-órtico + Luvisol-crómico + Cambisol eútrico	Fina
Rd + Bh	Regosol-dístrico +Cambisol-húmico	Fina
Rd + I + Bh	Regosol-dístrico + Litosol + Cambisol-húmico	Fina
Rd + I + Tm	Regosol-dístrico + Litosol + Andosol-mólico	Media
Rd + I Hh	Regosol-dístrico + Litosol + Feozem-háplico	Media

Anexo 10. (continuación)

Tipo	Descripción	Textura
Re + I	Regosol-eútrico + Litosol	Media
Re + Lv + Bh	Regosol-eútrico + Luvisol vértico + Cambisol-húmico	Media
Re+ Hh + I	Regosol-eútrico + Feozem-háplico + Litosol	Media
Re + I	Regosol-eútrico +Litosol	Media
Re + I + Hh	Regosol-eútrico + Litosol + Feozem-háplico	Media
Re + I + Vc	Regosol-eútrico + Litosol + Vertisol-crómico	Media
Th + Ao	Andosol-húmico + Acrisol-órtico	Media
Th + Bc + Hh	Andosol-húmico + Cambisol crómico + Feozem háplico	Media
Th + To + I	Andosol-húmico + Andosol órtico +Litosol	Media
Th + Tv	Andosol-húmico + Andosol-vitríco	Media
Th +To + Ao	Andosol-húmico +Andosol-órtico + Acrisol-órtico	Media
Th	Andosol-húmico	Media
Th + Hh + Lo	Andosol-húmico + Feozem-háplico + Litosol-órtico	Media
Th + Hh + Vp	Andosol-húmico + Feozem háplico + Versitol-pódico	Media
Th + Tm	Andosol-húmico + Andosol-mólico	Media
Th + To	Andosol-húmico + Andosol-ócrico	Media
Tm + Hh	Andosol mólico + Feozem-háplico	Media
Tm	Andosol-mólico	Media
To + Re + Lc	Andosol-órtico + Regosol-eútrico + Luvisol-crómico	Media
To + Re +I	Andosol-ócrico + Regosol-eútrico + Litosol	Gruesa
To + I+ Re	Andosol-ócrico + Litosol + Regosol-eútrico	Media
Tv	Andosol-vitríco	Gruesa
Vp + Hh	Vertisol-pélico + Feozem-háplico	Fina
Vp + Hh + I	Vertisol-pélico + Feozem-háplico + Litosol	Fina

Fuente: Cartas edafológicas (escala 1:1000000), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1970.

Chihuahua
Guadalajara

Anexo 11. Distribución conocida del complejo *Boletus edulis* en México.

Estado	Municipio(s)	ENCB	MEXU	FCME	IZTA	XAL	ITAO	Referencia
Aguascalientes*	ND							Pardavé (1996)
Baja California*	Sierra de San Pedro Martín*							Ayala y Guzmán (1984)
Chiapas	Comitán de Domínguez	X						Material de Herbario
	San Cristóbal de las casas*							Pérez-Moreno y Villarreal (1988)
Chihuahua	Bocoyna			X				Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1987) www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)
	Guachochi		X	X				Material de Herbario
	Temósachi					X		Pérez-Silva y Aguirre-Acosta (1987)
Distrito Federal	Benito Juárez	X				X		Material de Herbario
	Cuajimalpa de Morelos	X						Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Cauhtémoc*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Miguel Hidalgo*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Tlalpan	X	X	X				Gispert <i>et al.</i> (1984)
	Xochimilco*							Jiménez (1992)
Durango	Durango	X	X					Pérez-Silva y Aguirre Acosta (1987)
	Súchil	X						Quintos <i>et al.</i> (1984)
	ND							www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)
Estado de México	Amecameca	X	X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Atizapán de Zaragoza*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Chapa de Mota*							Cifuentes <i>et al.</i> (1994)
								Montañez (1999)
	Donato Guerra	X						Material de Herbario
	Huixquilucan				X			Material de Herbario
	Isidro Fabela				X			Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Ixtapaluca	X						Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Jilotepec*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Lerma		X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Nicolás Romero*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Ocoyoacan	X						Material de Herbario
Ocuilán				X			Palomino-Naranjo (1993)	

Anexo 11. (continuación)

Estado	Municipio(s)	ENCB	MEXU	FCME	IZTA	XAL	ITAO	Referencia	
Estado De México								González-Velázquez (1983)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Santa Ana Jilotzingo		X					Material de Herbario	
	Tejupilco de Hidalgo*							Nava (1990)	
	Tenango del Valle		X					Herrera y Guzmán (1961)	
	Tepetlixpa*							González-Velázquez (1983)	
	Temascaltepec	X						Colón (1987)	
								González-Velázquez (1983)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Texcoco*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Toluca		X					Herrera y Guzmán (1961)	
	Valle de Bravo	X						Cifuentes <i>et al.</i> (1991)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Villa de Allende			X				Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
Villa del Carbón			X		X		Material de Herbario		
Zacualpan					X		Material de Herbario		
Zinacantepec*							González-Velázquez (1983)		
Guanajuato	León			X				Material de Herbario	
Guerrero	Atlixac			X				Material de Herbario	
	Chichihualco			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1980)	
	Chilapa de Álvarez			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1981)	
	Chilpancingo de los Bravo			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1985)	
	Leonardo Bravo	X		X				Material de Herbario	
	Mochitlán			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1982)	
	Taxco				X				Cifuentes <i>et al.</i> (1986)
									Cifuentes <i>et al.</i> (1987)
	Tixtla de Guerrero			X				Material de Herbario	
Tlapa			X				Material de Herbario		
Hidalgo	Agua Blanca de Iturbide	X						Frutis y Guzmán (1983)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Huasca de Ocampo	X	X					Frutis y Guzmán (1983)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	

Anexo 11. (continuación)

Estado	Municipio(s)	ENCB	MEXU	FCME	IZTA	XAL	ITAO	Referencia	
Hidalgo	Metzquitlán*							Domínguez (1997)	
	Mineral el Chico	X						Frutis y Guzmán (1983)	
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Pachuca de Soto	X	X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Tianquistengo*							Moreno (2003)	
	Zacuatlipán de los Ángeles			X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000b)	
Jalisco	Cocula		X					Material de Herbario	
	Zapopan	X						Material de Herbario	
	ND							www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)	
Michoacán	Angangueo			X				Material de Herbario	
	Benito Juárez			X				Material de Herbario	
	Ciudad Hidalgo			X				Cifuentes <i>et al.</i> (1984)	
	Charo			X				Material de Herbario	
	Pátzcuaro*								Mapes <i>et al.</i> (1981)
									www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)
	Queréndaro	X						Material de Herbario	
	Tingambato	X						www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)	
	Uruapan	X						Material de Herbario	
	Zinapécuaro*								Cifuentes <i>et al.</i> (1988)
								Cifuentes <i>et al.</i> (1990)	
Zitácuaro*								Gómez <i>et al.</i> (2005)	
								www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html (2001)	
Morelos	Huitzilac				X			Mora <i>et al.</i> (1990)	
	Tepoztlán		X					Mora <i>et al.</i> (1990)	
									Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Nayarit	Tepic			X			Cifuentes <i>et al.</i> (1992)		
Nuevo León	Santiago*							García y Castillo (1981)	
								Garza <i>et al.</i> (1985)	

Anexo 11. (continuación)

Estado	Municipio(s)	ENCB	MEXU	FCME	IZTA	XAL	ITAO	Referencia	
Nuevo León	Zaragoza*							García y Castillo (1981)	
Oaxaca	Ixtlán de Juárez						X	Material de Herbario	
	Santa Catarina Ixtepeji	X						Welden y Guzmán (1978)	
	Tlaxiaco		X					Material de Herbario	
	Villa Díaz Ordaz						X	Material de Herbario	
	ND							www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEduilis.html (2001)	
Puebla	San Andrés Calpan	X						Material de Herbario	
	Tezuitlán					X		Material de Herbario	
	Zacapoaxtla		X					Martínez-Alfaro <i>et al.</i> (1983)	
Querétaro	Amealco*							Pedraza <i>et al.</i> (1994)	
	Pinal de Amoles*							Pedraza <i>et al.</i> (1994)	
	San Joaquín	X						Material de Herbario	
Tlaxcala	Calpulalpan*							González (1987)	
	Huamantla*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)	
	Ixtenco*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)	
	Santa Ana Chiautempan*							González (1987)	
	San Luís Teolocholco		X						González (1987)
									Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
	San Pablo del Monte*								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
									González (1987)
	Tlaxco		X		X				Cifuentes <i>et al.</i> (1993b)
									Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)
								Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)	
Veracruz	Zitlaltepec de Trinidad*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (2000a)	
	Acatlán		X					Material de Herbario	
	Chiconquiaco*							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)	
	Huayacocotla	X						Material de Herbario	
	Naolinco		X						Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999b)
									Guzmán y Villarreal (1985, 1986a y 1986b)
	Perote						X		Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
									Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
San Andrés Tlanelhuayocan		X					Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)		
Vigas de Ramírez	X					X		Welden y Guzmán (1978)	

Anexo 11. (continuación)

Estado	Municipio(s)	ENCB	MEXU	FCME	IZTA	XAL	ITAO	Referencia
Veracruz	Vigas de Ramírez							Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
	Villa Aldama					X		Material de Herbario
	Xalapa					X		Material de Herbario
	Xico					X		Zamora-Martínez <i>et al.</i> (1999)
Zacatecas	Monte Escobedo	X					Acosta y Guzmán (1984)	

* Estados y municipios identificados en la literatura

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, S. y G. Guzmán, 1984. Los hongos conocidos en el estado de Zacatecas, México. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:125-158.
- Aguilar-Pascual, O. 1988. Análisis sobre la comercialización de los hongos silvestres comestibles en la Ciudad de México: correlación entre selectividad y valor nutricional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 167 p.
- Alvarado L., G. y J. M. Manzola C. 1993. Análisis de la producción de hongos silvestres comestibles en dos tipos de vegetación del Campo Experimental Forestal "San Juan Tetla", Puebla. Informe del servicio social. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México D. F. 68 p. + Anexos.
- Alvarado L., G., J. M. Manzola C, y M. C. Zamora-Martínez, 1992. Evaluación de la producción de hongos silvestres comestibles en San Juan Tetla, Puebla. Ciclo 1992. *In*: Memorias de la Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CECOY-CIR_Centro. INIFAP/SARH. México D. F. pp. 181-191.
- Alvarado L., G., C. Martínez E., J. M. Domínguez G., R. Rodríguez F. y M. C. Zamora-Martínez, 1998. Contribución al conocimiento de los hongos silvestres comestibles de la Sierra Gorda de Querétaro. *In*: 1^{er} Simposio Nacional de Hongos Comestibles. Centro Minero Pachuca, Hidalgo. 9 al 11 de septiembre de 1998. pp. 63.
- Amaranthus, M. y D. Pilz. 1996. Productivity and sustainable Harvest of wild mushrooms. *In*: D. Pilz, y R. Molina (Editors). Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushrooms harvests. Department of Agriculture. Forest Service, Pacific Northwest Station. Portland, Oregon. U. S. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-371. pp. 42-61.
- Arnolds, E. 2001. The future of fungi in Europe: threats, conservation and management. *In*: D. Moore, M. Nauta, S. Evans and M. Rotheroe (Editors). Fungal Conservation. Issues and Solutions. The British Mycological Society. Cambridge. UK. pp. 64-80.
- Arnolds, E. y E. Jansen, 1992. New evidence for changes in the macromycete flora of the Netherlands. *Nova Hedwigia* 55. (3-4): 325-351.
- Arnolds, E. y B de Vries. 1993. Conservation of fungi in Europe. *In*: D. N. Pegler, L Boddy, B. Ing & P. Kirk (Editors). Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation, Royal Botanic Garden, Kew. London UK. pp. 211-230.

- Aroche R. M., J. Cifuentes, F. Lorea, P. Puentes, J. Bonavides, H. Galicia, E. Menéndez, O Aguilar y V. Valenzuela. 1984. Macromicetos tóxicos y comestibles de una región comunal del Valle de México, I. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:291-318.
- Arroyo I. 1996. Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según la NOM-059-ECOL-1994: Bases para su reevaluación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 145 p. + Anexos.
- Ayala, N. y G. Guzmán, 1984. Los hongos de la península de Baja California, I. Las especies conocidas. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:73-91.
- Bandala M., V., L. Montoya y I. Chapela H. 1997. Wild Edible Mushrooms in México: A Challenge and Opportunity for Sustainable Development. *In*: Palm M. E. and I. Chapela H. (Editors). Mycology in Sustainable Development: Expanding concepts, vanishing borders, Parkway Publishers, Inc. Boone. USA. pp. 76-90.
- Berch S., M. y W. Cocksedge, 2003. Commercially important wild mushrooms and fungi of British Columbia: What the buyers are buying. B. C. Min For., Res. Br., Victoria. B.C. Canadá. Tech Rep. 006. 6 p.
- Blanc P., P. 2001. Forest mushrooms production at a community level in southern México, the case of *Boletus edulis*. Tesis de Maestría. Cranfield University at Silsoe. Bedford, UK. 73 p.
- Boa, E. 2004. Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. Non-Wood Forest Products. No 17. Roma. Italia FAO. 161 p.
- Boyas D., J., C. y C., Reyes, R. 1997. Instructivo técnico para regular los aprovechamientos de tierra de monte y de hoja en suelos forestales de la región central de México. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Social. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. México D. F. 29 p.
- Calonge D., F. 1990. Seta (hongos), guía ilustrada. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España. 204 p.
- Carrillo-Terrones, A. A. 1989. Contribución a la etnomicología de San Pablo Ixayoc, Texcoco. Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 140 p.
- Ceballos, G. 2004. La pérdida de la diversidad biológica en México. Agua y Desarrollo Sustentable. 2:7-10.

- Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, Centro Mexicano de Derecho Ambiental y Consejo Coordinador Empresarial. 2002. Deforestación en México. Causas económicas e incidencia del comercio internacional. México D. F. pp. 25-49.
- Cifuentes, J., M. Villegas, y L. Pérez-Ramírez, 1980. Los macromicetos del Cañón del Zopilote y sus relaciones fitogeográficas. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 50 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez y S. Capello, 1981. Sistemática, distribución e importancia de los macromicetos de la Sierra de Guerrero (Franja comprendida entre Chilapa y Tlapa). Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 54 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez y S. Capello, 1982. Sistemática, distribución e importancia de los macromicetos de la Sierra de Guerrero (Agua de Obispo, Sierra de Valadéz). Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 22 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1984. Distribución e importancia de las especies de hongos (Macromicetos) del Parque Nacional "Cerro Garnica", Sierra de Mil Cumbres y Parque Nacional "Insurgentes José Ma. Morelos", Michoacán. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 35 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1985. Contribución al conocimiento de los macromicetos en la Sierra de Omiltemi, Guerrero. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 49 p. + Anexos.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez y M. Santiago G. 1986. Distribución, ecología e importancia de los hongos de la Sierra de Taxco, Guerrero. Biología de campo (Parte I). Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 35 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1987. Distribución, ecología e importancia de los hongos de la Sierra de Taxco, Guerrero. Biología de campo (Parte II). Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 83 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez, 1988. Distribución, hábitat e importancia de los hongos de "Los Azufres", Michoacán. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 39 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, M. Bulnes, V. Corona, Ma. Del R. González, I. Jiménez, A. Pompa y G. Vargas, 1990. Observaciones sobre la distribución, hábitat e importancia de los hongos de los Azufres, Michoacán. Rev. Mex. Mic. 6:133-149.

- Cifuentes, J. y L. Pérez-Ramírez, 1991. Estudio de la distribución e importancia de las especies de macromicetos del Valle de Bravo. Estado de México. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 49 p.
- Cifuentes, J., L. Pérez-Ramírez y M. Hernández M. A. 1992. Distribución, hábitat e importancia de los hongos macroscópicos de la Reserva Ecológica del Cerro de San Juan, Nayarit. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 45 p.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez, 1993a. Hongos macroscópicos. *In*: Luna V., I. y B. Llorente J. (Editores). Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. pp. 59-126.
- Cifuentes, J., L. Pérez-Ramírez y M. Hernández M. A. 1993b. Distribución, hábitat e importancia de los hongos macroscópicos de la región del Peñón, Municipio de Tlaxco, Tlaxcala. Biología de campo (I y II). Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 58 p.
- Cifuentes, J., L. Pérez-Ramírez y M. Hernández M. A. 1994. Identificación de hongos macroscópicos del Municipio de Chapa de Mota, Estado de México. Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 57 p.
- Colón T., L. 1987. Estudio Florístico ecológico de los hongos (macromicetos) en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 96 p.
- Courtecuisse, R. 1998. ECCF French report for 1997. *In*: Conservation of fungi in Europe. C. Perini (Editor). Università di Siena. pp 40-43.
- Coutiño B., B. 2003. Los hongos y su ambiente: una perspectiva legal. Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Cámara de Diputados LVIII Legislatura. México D. F. 112 p.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología y Agrupación Sierra Madre. S. C. México D. F. 847 p.
- De Román, M. y E. Boa, 2004. Collection, marketing and cultivación of edible fungi in Spain. *Micología Aplicada International* 16(2) 25-33.

- Díaz-Barriga, H. 1992. Hongos: comestibles y venenosos de la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Instituto de ecología A. C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM). Michoacán, México. 148 p.
- Domínguez G., J., M. 1997. Contribución al estudio etnomicológico de algunas localidades de Metzquititlan y Zacualtipan, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México D. F. 65 p.
- Drumeva-Dimcheva, M. y Gyosheva-Bogoeva, M. 1993. Macromycetes in Bulgaria. *In*: Sakalian, M. (Ed.). The National Biological Diversity Conservation Strategy. Vol. 1: 1-34.
- Edouard, F. y R. Quero, 2005. Hongos de la Sierra Norte de Oaxaca: De los bosques a las cocinas internacionales. *In*: C. López, S. Chafón K. y G. Segura W. (Editores). La riqueza de los bosques mexicanos más allá de la madera: Experiencias de comunidades rurales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Comisión Nacional Forestal, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario y Center for Internacional Forestry Research. México D. F. pp. 49-55.
- Edourad, F., R. Quero y E. Marshall, 2006. Hongos silvestres. *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Amanita caesarea*, *Tricholoma magnivelare* (Basidiomycetes). Hongos frescos, deshidratados y de exportación: negocios comunitarios y emprendedores. *In*: E. Marshall, K. Schreckenber y A. C. Newton (Eds.). Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicaciones Políticas para los tomadores de decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambrigde. Reino Unido. pp. 54-57
- Estrada-Torres A. 2003. Ecología de los hongos ectomicorrizógenos. *In*: A. Estrada-Torres y G. Santiago-Martínez (Editores). Avances en el estudio de la ectomicorriza en el estado de Tlaxcala. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Sistema de Investigación Ignacio Zaragoza. Tlaxcala, México. pp. 26-34.
- Estrada-Torres, A. y R. M. Aroche, 1987. Acervo etnomicológico en tres localidades del municipio de Acambay. Estado de México. *Rev. Mex. Mic.* 3:109-131.
- Frutis M., I. 1982. Estudio florístico de los hongos (principalmente macromicetos) del estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales. Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 86 p.

- Frutis, I y G. Guzmán, 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. Bol. Soc. Mex. Mic. 18:219-265.
- García J., J. 1993. Una lista preliminar de los hongos del suborden *Boletinae* (*Basidiomycetes*, *Agaricales*) en el noroeste de México. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Reporte Científico. Número especial. 13:116-131.
- García J., J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la familia *Boletaceae* (*Basidiomycetes*, *Agaricales*) en México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 563 p.
- García, J. y J. Castillo, 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidas en Nuevo León. Bol. Soc. Mex. Mic. 15:121-197.
- Garza, F., J. García y J. Castillo, 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla*, en algunas localidades del centro del estado de Nuevo León. Rev. Mex. Mic. 1:423-437.
- Gispert, M. 1958. Especies del genero *Boletus* de la Sierra de las Cruces y del Desierto de los Leones, D. F. Bol. Soc. Bot. Méx. 22:28-40.
- Gispert, M., O. Nava y J. Cifuentes, 1984. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos en dos comunidades de la Sierra del Ajusco. Bol. Soc. Mex. Mic. 19:253-273.
- Gómez, J. 2002. Las setas silvestres en Europa ¿en peligro de extinción? Gorosti. 1:45-51
- Gómez R., V. M., M. Gómez P. y Z. Ortega V. 2005. Hongos silvestres comestibles de la comunidad indígena Nicolás Romero, municipio de Zitácuaro, Michoacán. Biológicas 7:22-27.
- González F., I. 1987. Los hongos del Estado de Tlaxcala. Contribución al conocimiento de la Micoflora Regional. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 64 p.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela, 1993 Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México I. Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación, asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. Rev. Mex. Mic. 9:35-46.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los hongos; comestibles, venenosos, alucinógenos y destructores de madera. Ed. Limusa, México D. F. 452 p.

- Guzmán, G. 1994. Algunos aspectos importantes en la ecología de los hongos (en especial de los macromicetos). *Ecológica*. 3(2):1-9.
- Guzmán, G. 1995. La diversidad de hongos en México. *Ciencias* 39 (julio-septiembre): 52-57.
- Guzmán, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina: Introducción a la etnomicobiota y micología aplicada de la región. Sinonimia vulgar y científica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Ecología, A. C. 356 p.
- Guzmán, G. 1998. Análisis cualitativo y cuantitativo sobre la diversidad de hongos en México. *In*: Halffter G. (Editor). La diversidad biológica de Iberoamérica II. pp 111-179.
- Guzmán, G. y L Villarreal, 1984. Estudio sobre los hongos, líquenes y mixomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I. Introducción a la micoflora de la región. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19:107-124.
- Hall I. R., A. Lyon E. J., Y. Wang & L. Sinclair, 1998. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies. *Economic Botany* 52(1):44-56.
- Herrera, T. y G. Guzmán, 1961. Taxonomía y ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *An. Inst. Biól.* 32:33-135
- Herrera, T. y M. Ulloa, 1990. El Reino de los hongos. Micología básica y aplicada. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México D. F. 552 p.
- Ing, B. 1993. Towards a Red List of endangered European macrofungi. *In*: D. N. Pegler, L Boddy B. Ing y P. Kirk (Editors). *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation*, Royal Botanic Garden, Kew. London UK. pp. 231-237.
- Ing, B. 1996. Red Data Lists and decline in fruiting of macromycetes in relation pollution and loss of habitat. *In*: Frankland J. C., N. Magan y M. Gadd G. (Editors). *Fungi and environmental change. Symposium of The British Mycological Society Held at Cranfield University, March 1994*. Cambridge University Press. pp. 61-69.
- Jiménez P., L. R. 1992. Acervo etnomicológico en tres poblados de la Delegación Xochimilco, Distrito Federal: Santiago Tepalcatlalpan, Santa Cruz Xochitepec y Santa María Tepepan. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 48 p.
- Kaul T., N. 2002. *Biology and Conservation of Mushrooms*. Science Publishers, INC. Enfield (NH), USA. Plymouth, UK. pp. 149- 211.

- Kong-Luz, A. 2003. Clasificación de los hongos ectomicorrizógenos. *In*: A. Estrada-Torres y G. Santiago-Martínez (Editores). Avances en el estudio de la ectomicorriza en el estado de Tlaxcala. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Sistema de Investigación Ignacio Zaragoza. Tlaxcala, México. pp. 11-25.
- Köstekci H., M. Yamaç y M. H. Solak, 2005. Macrofungi of Türkmenbaba Mountain (Eskişehir). *Turk. J. Bot.* 29:409-416.
- León, G. y G. Guzmán, 1980. Las especies de hongos micorrícicos conocidas en la región de Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 14:27-38.
- López-Eustaquio, L. 2000. Los hongos de la familia Boletaceae *sensu lato* (Fungí, Basidiomycotina, Agaricales) de Morelos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. 86 p.
- Mapes C., G. Guzmán y J. Caballero, 1981. Etnomicología purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Serie Etnociencia. Cuadernos de Etnobiología (2). Dirección General de Culturas Populares. Sociedad Mexicana de Micología. Instituto de Biología, UNAM. México D. F. 77 p.
- Mariaca M., R., L. del C. Pérez, M. y A. Castaños, C. 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos silvestres comestibles en el Valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, (marzo), 8(1):30-40.
- Martínez-Alfaro, M. A., E. Pérez-Silva y E. Aguirre-Acosta. 1983. Etnomicología y exploraciones micológicas en la Sierra Norte de Puebla. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 18:51-63.
- Martínez P., F., R. San Martín y A. Rubio. 2003. Hacia un modelo de producción de *Boletus edulis* Bull.: Fr. en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. del sistema Ibérico Norte. *In*: Actas del I Congreso Nacional de Micología Forestal Aplicada, Soria, España. Mayo 2003. pp. 1-8.
- Meneses C., A. y A. Lagos L., M. 1983. Distribución ecológica y geográfica de los hongos comestibles en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 79 p.
- Molina, R., T. O'Dell, D. Luoma, M. Amaranthus, M. Castellano y K. Russell. 1993. Biology, ecology and social aspects of wild edible mushrooms in the forests of the Pacific Northwest a preface to managing comercial harvest. Gen. Tech. Rep. PNM-GTR-309. Departament of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon, U.S. 42 p.

- Montañez A., A. 1999. Análisis de la diversidad de Macromicetos que crecen en bosques de encino del Municipio Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F. 86 p.
- Montoya-Esquivel, A. 1992. Análisis comparativo de la etnomicología de tres comunidades, ubicadas en las faldas del Volcán La Malitzin, Estado de Tlaxcala. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 155 p.
- Montoya-Esquivel, A. 1998. El consumo de los hongos silvestres en México. *In*: 1^{er} Simposio Nacional de Hongos Comestibles. Centro Minero Pachuca, Hidalgo. 9 al 11 de septiembre de 1998. pp. 33-38.
- Montoya-Esquivel, A. 2003. Conocimiento tradicional de los hongos ectomicorrizógenos en Tlaxcala. *In*: A. Estrada-Torres y G. Santiago-Martínez (Editores). Avances en el estudio de la ectomicorriza en el estado de Tlaxcala. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Sistema de Investigación Ignacio Zaragoza. Tlaxcala, México. pp. 35-41.
- Mora, V. M., L. López, N. Bautista, D. Portugal y E. Montiel, 1990. Hongos comestibles silvestres que se venden en los principales mercados del estado de Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología*, septiembre 1(1):21-26.
- Moreno-Fuentes, A. 2002. Estudio etnomicológico comparativo entre comunidades Rarámuris de la alta tarahumara, en el estado de Chihuahua. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 236 p.
- Moreno-Fuentes, A., E. Aguirre-Acosta, M. Villegas y J. Cifuentes. 1994. Estudio fungístico de los macromicetos en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, México. *Rev. Mex. Mic.* 10:63-76.
- Moreno R., A. 2003. Contribución al conocimiento de los Boletáceos del estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Estado de México. 54 p. + Anexos.
- Moreno-Zárate, C. 1990. Los hongos comestibles: un componente de la productividad del bosque de Santa Catarina del Monte, Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. 141 p.
- Naturalia A. C. 2000a. Hongos en peligro de extinción que habitan en México. Parte I. *Especies* 9(1):13-14.
- Naturalia A. C. 2000b. Hongos en peligro de extinción que habitan en México. Parte II. *Especies* 9(2):12-13.

- Nava M., R. J. 1990. Contribución al conocimiento fungístico de la Sierra de Nanchititla, Estado de México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N. México D. F. 73 p.
- Nava J., O. 1991. Estudio comparativo del saber tradicional de los hongos en dos comunidades de la Sierra del Ajusco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D. F. 100 p.
- Pacioni G. 1993. Philosophy of mushrooms and truffle conservation in Italy. *In*: D. N. Pegler, L Boddy B. Ing y P. Kirk (Editors). Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation, Royal Botanic Garden, Kew. London UK. pp. 271-273.
- Palomino-Naranjo, A. 1993. Los hongos como fuente de obtención de recursos económicos en San Juan Atzingo, Estado de México. *In*: 1^{er} Symposium sobre hongos comestibles en México. México, D. F. 8-10 de septiembre de 1993. pp 46-47.
- Pardavé D., L. M. 1996. Los hongos como recurso alimenticio en Aguascalientes. Cuadernos de trabajo. Agricultura y Recursos Naturales. 37. Enero-febrero. 21 p.
- Pedraza K., D., C. Silva B. y J. García J. 1994. Algunos hongos comestibles y tóxicos del estado de Querétaro. Secretaria de Desarrollo Social. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 55 p.
- Pérez-Silva, E. y E. Aguirre-Acosta, 1987. Flora micológica del estado de Chihuahua, México. I. An. Inst. Biol. 57:11-16.
- Pérez-Moreno, J y L. Villarreal, 1988. Los hongos y myxomicetes del estado de Chiapas, México. Estado actual de conocimiento y nuevos registros. Mic. Neotrop. Aplic. 1:97-133.
- Perini, C., C. Barluzzi y V. De Dominicis, 1993. Fungal communities in mediterranean and submediterranean woodlands. *In*: D. N. Pegler L. Boddy B. Ing y P. M. Kirk (Editors). Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation. Royal Botanic Garden Kew. pp. 77-92.
- Phillips, R. 1991. Mushrooms of North America. Little, Brown and Company. Boston, Canada. pp. 233.
- Pilz, D. y R. Molina, 1996. Managing forest ecosystems to conserve fungus diversity and sustain wild mushrooms harvests. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-371. Department of agricultura, forest Service, Pacific Northwest Station. Portland, OR: U. S. 104 p.

- Pilz, D. y R. Molina, 2001. Commercial harvests of edible mushrooms from the forest of the Pacific Northwest United States: issues, management and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*. 5593:1-14.
- Quintos, M., L. Varela y M. Valdés, 1984. Contribución al estudio de los macromicetos, principalmente los ectomicorrizicos en el estado de Durango, México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19:283-290.
- Ramírez, J. 1995. Los hongos, inflorescencias de la tierra poco valoradas. *Biodiversitas*. 1(2):7-10.
- Rodríguez-Scherzer, G. y L. Guzmán-Dávalos. 1984. Los hongos (Macromicetos) de la reserva de la biosfera de la Michilia y Mapimi, Durango. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 19:159-168.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México D. F. 431 p.
- Salcedo I., M. Gartzia, N. Rodríguez y E. Sarrionandia, 2001. Gestión y conservación de los hongos. *Belarra (Barakaldo)*. (17-18):123-132.
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Que determina a las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial; y que establece las especificaciones para su protección. (Diario Oficial de la Federación 16 de mayo de 1994).
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1996a. Norma Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-1996. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos. (Diario Oficial de la Federación 28 de mayo de 1996).
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1996b. Norma Oficial Mexicana NOM-003-RECNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. (Diario Oficial de la Federación 06 de Mayo de 1996).
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1996c. Norma Oficial Mexicana NOM-002-RECNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de resina de pino. (Diario Oficial de la Federación 06 de Mayo de 1996).

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (Diario Oficial de la Federación 16 de octubre de 2000).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. (Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 2002).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (Diario Oficial de la Federación 25 de febrero 2003).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005a. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma. (Diario Oficial de la Federación 7 de diciembre de 2005).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005b. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (Diario Oficial de la Federación 21 de febrero de 2005).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2005c. Registros de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA's) referentes al manejo de hongos silvestres comestibles. Subsecretaria de Gestión para la Protección Especial. Dirección General de Vida Silvestre. Oficio No. 06690 (Documento restringido) México, D. F. 4 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006a. Anuario Estadístico de la Producción forestal 2004. 161 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006b. Ley General de Vida Silvestre. Última reforma. (Diario Oficial de la Federación 26 de enero de 2006).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006c. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. (Diario Oficial de la Federación 30 de noviembre de 2006).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Acuerdo por el cual se expiden las Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol de la Comisión Nacional Forestal. (Diario Oficial de la Federación 20 de febrero de 2007).
- Snell H. W. y E. Dick A. 1970. The Boleti of Northeastern North America. Verlag Von. Cramer, USA. 115 p. + anexos.

- Tablada J., J. 1983. Hongos mexicanos comestibles, Micología económica. Fondo de Cultura Económica. Academia Mexicana. México D. F. 184 p.
- Tambutti, M., A. Aldama, O. Sánchez, R. Medellín y J Soberón. 2001. La determinación del riesgo de extinción de las especies silvestres en México. *Gaceta ecológica* 61:11-21.
- Thiers, H. D. 1975. California mushrooms, a field guide to the Boletes. Hafner Press. New Cork. 261 p.
- United Nations Environment Programe y World Conservation Monitoring Centre. 2002. Hongos. Comunidad Caujimoloyas, Oaxaca, Proyecto de comercialización de Productos Forestales No Maderables. Factores de Éxito y Fracaso. 20 p.
- United Nations Environment Programe, World Conservation Monitoring Centre y Methodus Consultora S. C. 2003. El mercado de los hongos silvestres. Proyecto de comercialización de Productos Forestales No Maderables. Factores de Éxito y Fracaso. 40 p.+Anexos.
- Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza y de los recursos naturales, 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: *Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 p.
- Villarreal, L. 1994. Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 158 p.
- Villarreal, L. 1996. Los hongos Silvestres: Componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados de México. (Informe final). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F. 88 p.
- Villarreal, L. y G. Guzmán, 1985. Producción de los hongos silvestres comestibles en los bosques de México (Parte 1). *Rev. Mex. Mic.* 1: 51-90.
- Villarreal, L. y G. Guzmán, 1986a. Producción de los hongos silvestres comestibles en los bosques de México (Parte 2). *Biotica* 11:271-280.
- Villarreal, L. y G. Guzmán, 1986b. Producción de los hongos silvestres comestibles en los bosques de México (Parte 3). *Rev. Mex. Mic.* 2:259-277.
- Villarreal, L. y J. Pérez-Moreno, 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología. Neotropical Aplicada* 2:131-144.

- Villarreal, L. y A. Gómez, 1997. Inventory and monitoring wild edible mushrooms in México: Challenge and opportunity for sustainable development. *In*. Palm M. E. and I. Chapela H. (Editors). *Mycology in Sustainable Development: Expanding concepts, vanishing borders*. Parkway Publishers, Inc. Boone. USA. pp. 105-110.
- Vovides P., A., V. Luna y G. Medina, 1997. Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. *Acta Botánica Mexicana*. 39:1-42.
- Wang Y., L. Sinclair y R. I. Hall, 1995. *Boletus edulis sensu lato*: a new record for New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 23:227-231.
- Welden L., A. y G. Guzmán, 1978. Lista preliminar de los hongos. Líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Bol. Soc. Mex. Mic.* 12:59-102.
- Zamora-Martínez, M. C. 1994. Guía tecnológica para la recolecta y propagación del hongo blanco de ocote (*Tricholoma magnivelare* (Peck) Redhead). Guía Tecnológica No. 3. SARH/INIFAP. México, D. F. 28 p.
- Zamora-Martínez, M. C. 1999. Hongos Comestibles de México. *In*: Ciclo de Conferencias. "La Investigación y Educación Forestal en México" Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Subsecretaría de Recursos Naturales, Dirección General Forestal. 6 de abril al 29 de junio de 1999. pp. 87-104.
- Zamora-Martínez, M. C. 2001. Propuesta para el cambio de categoría de riesgo de *Tricholoma mangivelare* (Peck) Redhead (hongo blanco de ocote). Informe técnico al Instituto Nacional de Ecología. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México D. F. 9 p.
- Zamora-Martínez, M., C. 2002. Potencial productivo de los hongos silvestres comestibles en un bosque de Pino Nanacamilpa, Tlaxcala. (Ciclo 2001-2003). Fundación Produce, Tlaxcala, A. C. INIFAP.
- Zamora-Martínez, M. C. y C. Nieto de Pascual-Pola, 2004. Studies of *Tricholoma mangivelare* in Mexico. *Micología Aplicada Internacional*. 16(1):13-23.

- Zamora-Martínez, M. C., y D. Reygadas P., L. Zamora-Martínez, F. Moreno, S., G. Alvarado, L. y J. M. Domínguez, G. 1999. Distribución conocida y potencial de 48 especies de hongos silvestres comestibles en la región central del país. (Informe final). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F. 24 p.
- Zamora-Martínez, M. C., G. Alvarado L. y J. M. Domínguez G. 2000a. Hongos Silvestres comestibles de Tlaxcala, parte 1. SAGAR, INIFAP y Fundación Produce Tlaxcala. Folleto técnico No 21. 19 p.
- Zamora-Martínez, M. C., G. Alvarado L. y J. M. Domínguez G. 2000b. Hongos silvestres comestibles, región de Zacualtipán, Hidalgo. Fundación Hidalgo Produce. INIFAP. Publicación especial No 13. pp. 5.
- Zamora-Martínez, M. C., G. Alvarado L. y J. M. Domínguez G. 2000c. Producción de hongos silvestres comestibles en un bosque de pino del Volcán La Malitzin (1997-1999). *In*: Memorias VII Congreso Nacional de Micología. Querétaro, Qro. Pp 83.
- Zamora-Martínez, M. C., J. M. Torres R. y L. I. Zamora-Martínez. 2001. Informe sobre productos forestales No madereros en América Latina. Caracas-Venezuela. FAO/proyecto GCP/RLA/B3/EC. 116p.
- Zamora-Martínez, M. C., A. Montoya-Esquivel, y C Nieto de Pascual-Pola. 2005. Potencial productivo de hongos silvestres comestibles en los bosques templados de Tlaxcala (ciclo 2004). Informe técnico anual. Fondo Sectorial CONACYT-CONAFOR. México D. F. marzo. 22 p.
- Zarco J. 1986. Estudio de la distribución ecológica de los hongos (principalmente macromicetos) en el Valle de México. Basado en los especímenes depositados en el herbario ENCB. *Rev. Mex. Mic.* 2:41-42.

Sitios Web

- <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/232/CXS-0295.pdf>.
(10 diciembre 2006)
- http://www.conabio.gob.mx/instituto/proyectos/doctos/primera_convocatoria_2004.html
(8 de mayo 2006)
- <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/introduccion.html> (20 de octubre 2006)
- http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/incendios_forestales/reporte_semanal2006.pdf (20 de enero 2007)
- http://www.grzyby.pl/gatunki/Boletus_edulis.html. (06 de febrero 2006)

http://www.herbarium.usu.edu/fungi/funFacts/Name_Game.html (24 de febrero de 2006)

http://www.ine.gob.mx/dgoece/con_eco/index_nom59.html (11 de junio de 2006)

<http://www.mercamania.es/españa> (13 de diciembre 2006)

http://www.mushroomexpert.com/boletus_edulis.html (15 Marzo 2006)

http://www.mykoweb.com/CAF/species/Boletus_edulis.html (10 de agosto 2006)

http://www.oregonmushrooms.com.porcini_products? (30 de marzo de 2006)

<http://www.royalpoland.com/index.php> (09 de abril 2006)

<http://www.semarnat.gob.mx/durango/pdf/nom059%20hongos%20Durango%202002>.
Especies de hongos del estado de Durango con problemas de conservación. Listado preliminar (15 de julio 2006)

<http://www.semarnat.gob.mx/pfnm/BoletusEdulis.html>. Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (2001). (06 de febrero 2006)

<http://www.wikipedia.org/wiki/Porcini> (01 de junio 2006)

<http://www.semarnat.gob.mx/informaciónambiental/pages/sniarn.aspx> (10 de enero de 2007)

<http://www.semarnat.gob.mx/TRAMITESYSERVICIOS/INFORMACIÓNDETRAMITES/Pages/inicio.aspx>.

Cartas Temáticas

Topográficas (escala 1:50000) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1970.

E-13-B-39

E-14-A-14

E-14-A-21

E-14-A-24

E-14-A-25

E-14-A-26

E-14-A-28

E-14-A-35

E-14-A-36

E-14-A-38

E-14-A-39

E-14-A-46

E-14-A-47

E-14-A-48

E-14-A-49

E-14-A-58

E-14-A-67

E-14-A-68

E-14-B-15

E-14-B-21

E-14-B-26

E-14-B-27

E-14-B-31	F-13-D-74
E-14-B-41	F-14-C-43
E-14-B-43	F-14-C-58
E-14-C-27	F-14-D-62
E-14-C-28	F-14-D-72
E-14-C-29	F-14-D-81
E-14-C-38	F-14-D-82
E-14-D-32	F-14-G-62
E-14-D-44	G-13-A-12
E-14-D-48	G-13-A-21
E-15-D-84	G-13-A-22
F-13-B-11	G-13-A-22
F-13-B-33	G-13-A-43
F-13-B-75	G-13-A-53
F-13-D-31	H-12-D-78
F-13-D-65	

Climáticas (escala 1:500000) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1970.

Acapulco 14Q-VII
Durango 13R-VIII
Guadalajara 13Q-IV
Hidalgo del Parral 13R-V
México 14Q-V
Oaxaca 14Q- VII
Pachuca 14Q-V
Querétaro 14Q-III
Veracruz 14 Q-VI
Villahermosa 15Q-VII
Zacatecas 13Q-

Edafología (escala 1:1000000), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1970.

Chihuahua
Guadalajara
México
Mérida
Villahermosa

Bases Digitales

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 1995. Climas (escala 1:1,000,000). Conforme a García, E. 1964

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 1999. Uso de suelo y vegetación serie II del INEGI (escala 1:250,000).

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2006. Base de datos del ERIC III

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1994. Edafología (escala 1:250,000).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. División política estatal y municipal.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Modelo de elevación digital (píxel de 100 x 100m).