

CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES



Vigésimo sexta reunión del Comité de Flora
Ginebra (Suiza), 5 – 9 de junio de 2023

Conservación y comercio de especies

Flora

TAXA QUE PRODUCEN MADERA DE AGAR (AQUILARIA SPP. Y GYRINOPS SPP.)

1. El presente documento ha sido preparado por el Comité de Flora.*
2. En su 19ª reunión (CoP19, Ciudad de Panamá, 2022), la Conferencia de las Partes adoptó las decisiones 19.239 y 19.240 sobre *Taxa que producen madera de agar (Aquilaria spp. y Gyrinops spp.)*, como sigue:

Dirigida al Comité de Flora, con ayuda de la Secretaría

19.239 *El Comité de Flora, con la ayuda de la Secretaría, deberá examinar el documento CoP19 Doc. 62.2 y los documentos informativos CoP19 Inf. 12 y CoP19 Inf. 15 y:*

- a) *considerar posibles revisiones de la Resolución Conf. 16.10, sobre Aplicación de la Convención a los taxa que producen madera de agar, teniendo en cuenta otras resoluciones pertinentes, incluida la Resolución Conf. 10.13 (Rev. CoP18), sobre Aplicación de la Convención a las especies arbóreas, y la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP18), sobre Reglamentación del comercio de plantas, según proceda;*
- b) *formular las recomendaciones que considere adecuadas en lo que respecta al glosario de madera de agar y la orientación sobre los DENP para la madera de agar; e*
- c) *informar sobre sus conclusiones y recomendaciones sobre los párrafos a) y b) de la presente decisión para que sean examinadas por el Comité Permanente.*

Dirigida al Comité Permanente

19.240 *El Comité Permanente deberá considerar el informe del Comité de Flora sobre la Decisión 19.239 y formular recomendaciones a la Conferencia de las Partes para mejorar la aplicación de la Convención para los taxa que producen madera de agar.*

3. En el documento [CoP19 Doc. 62.2](#), presentado por el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, se examina el historial de la madera de agar y la CITES y las dificultades conexas, entre otras cosas, la taxonomía de la madera de agar, su cosecha, producción, productos, identificación, estado de conservación, comercio internacional legal e ilegal, cupos y gestión de las especies. También se incluye información

Las denominaciones geográficas empleadas en este documento no implican juicio alguno por parte de la Secretaría CITES o del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La responsabilidad sobre el contenido del documento incumbe exclusivamente a su autor.

pertinente sobre estas cuestiones en el documento [CoP19 Inf. 5 \(Rev. 1\)](#). En el documento CoP19 Doc. 62.2 se formulan recomendaciones específicas para:

- a) aclarar cuestiones de taxonomía de la madera de agar y revisar las referencias de nomenclatura normalizada;
- b) generar conocimientos y desarrollar herramientas para la identificación de la madera de agar;
- c) evaluar el estado de conservación de la madera de agar en el medio silvestre; y
- d) recopilar e intercambiar información sobre legislación y comercio relacionados con la madera de agar, incluida la revisión del glosario sobre madera de agar.

4. En el documento informativo [CoP19 Inf. 12 \(Rev. 1\)](#) figura el informe *Expensive, exploited and endangered – A review of agarwood producing genera Aquilaria and Gyrinops: CITES considerations, trade patterns, conservation, and management*. En el informe se examinan las especies de madera de agar incluidas en la CITES, así como sus productos, comercio internacional y prácticas de gestión. Elaborado con independencia del documento CoP19 Doc. 62.2 en el marco del Programa de la CITES sobre sobre Especies Arbóreas, el informe fue validado por los Estados del área de distribución de la madera de agar durante un taller organizado por Malasia y la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) (20 a 23 de junio de 2022, Kuala Lumpur). El informe se encuentra disponible en los tres idiomas oficiales de la CITES. Para facilitar su consulta, también figura como Anexo del presente documento. Entre las principales conclusiones del informe cabe citar:

- a) es necesario revisar la taxonomía de las especies que producen madera de agar;
- b) pese al aumento del comercio internacional de especímenes reproducidos artificialmente que producen madera de agar y al hecho de que el cultivo en plantaciones se está convirtiendo en un importante negocio en algunas zonas del área de distribución de las especies, se están presentando varias dificultades, como el lapso de tiempo que transcurre entre que se plantan los plántones y se cosecha la madera de agar (8 a 10 años), la peor calidad del producto en comparación con la madera de agar de origen silvestre, las deficiencias de capacidad y la falta de dictámenes de extracción no perjudicial (DENP) válidos y actualizados que apoyen unos cupos de exportación sostenibles;
- c) sigue habiendo una alta demanda de productos de madera de agar de origen silvestre, y el precio de la madera de agar silvestre sigue siendo de los más elevados del mercado;
- d) en los países en desarrollo persisten las deficiencias de capacidad para distinguir entre especímenes originarios de plantaciones y especímenes silvestres;
- e) apenas existen DENP adecuados, hay poca información sobre el estado de conservación de la madera de agar en el medio silvestre y la disminución constante de la población de taxones de especies silvestres que producen madera de agar es cada vez más preocupante en toda su área de distribución;
- f) los controles al comercio que existen en la actualidad son insuficientes; y
- g) hay un limitado apoyo a la conservación de las poblaciones silvestres, especialmente por parte de los principales países importadores.

5. En el documento informativo [CoP19 Inf. 12 \(Rev. 1\)](#) se recogen también recomendaciones para los Estados del área de distribución, los países importadores y la CITES (entendiendo que se hace referencia a las Partes en la CITES, sus órganos científicos, el Comité Permanente y la Secretaría). Las recomendaciones tienen por objeto abordar las cuestiones señaladas en las conclusiones del informe.

6. En el documento informativo [CoP19 Inf. 15](#), presentado por China, se examinan los términos y las definiciones de la CITES que se relacionan con las plantaciones, la reproducción artificial y la producción asistida de especies arbóreas. En el documento se recomienda eliminar el párrafo 1. f) de la Resolución Conf.10.13 (Rev. CoP18) sobre *Aplicación de la Convención a las especies arbóreas*, que dice “la madera y otras partes y derivados de árboles cultivados en plantaciones monoespecíficas se consideren como reproducidos artificialmente, de conformidad con la definición contenida en la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP18)”.

Recomendaciones

7. Se invita al Comité de Flora a que establezca un grupo de trabajo, encargado de examinar el documento CoP19 Doc. 62.2 y los documentos informativos CoP19 Inf. 5 (Rev. 1), CoP19 Inf. 12 y CoP19 Inf. 15, y a que:
 - a) de conformidad con el párrafo a) de la Decisión 19.239, contemple posibles revisiones a la Resolución Conf. 16.10 sobre *Aplicación de la Convención a los taxa que producen madera de agar*, teniendo en cuenta otras resoluciones pertinentes, como la Resolución Conf. 10.13 (Rev. CoP18) sobre *Aplicación de la Convención a las especies arbóreas* y la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP18) sobre *Reglamentación del comercio de plantas*, según proceda;
 - b) de conformidad con el párrafo b) de la Decisión 19.239, formule las recomendaciones pertinentes acerca del glosario sobre madera de agar y la orientación sobre DENP para la madera de agar; y
 - c) sobre la base de lo anterior y de conformidad con el párrafo c) de la Decisión 19.239, prepare recomendaciones para que el Comité Permanente las examine en su 77ª reunión.

SERIE TÉCNICA

51

Caras, explotadas y amenazadas

Estudio de las especies productoras de madera de agar de los géneros *Aquilaria* y *Gyrinops*: consideraciones sobre la CITES, patrones del comercio, conservación y gestión

OCTUBRE 2022



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES



CARAS, EXPLOTADAS Y AMENAZADAS

Estudio de las especies productoras de madera de agar de los géneros *Aquilaria* y *Gyrinops*: consideraciones sobre la CITES, patrones del comercio, conservación y gestión

Ian D. Thompson, Teckwyn Lim y Maman Turjaman

Serie técnica OIMT nº 51



Serie técnica OIMT nº 51

Referencia bibliográfica sugerida: Thompson, I.D., T. Lim, y M. Turjaman. 2022. *Caras, explotadas y amenazadas: Estudio de las especies productoras de madera de agar de los géneros Aquilaria y Gyrinops: consideraciones sobre la CITES, patrones del comercio, conservación y gestión*. Serie técnica OIMT nº 51. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Yokohama, Japón.

La Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) es una organización intergubernamental que promueve la conservación, la restauración, y la ordenación, utilización y comercio sostenible de los recursos de los bosques tropicales. Sus miembros representan el 80 por ciento de los bosques tropicales del mundo y el 90 por ciento del comercio mundial de maderas tropicales y productos derivados. La OIMT elabora directrices y documentos normativos acordados a nivel internacional para promover la gestión sostenible de los bosques y el desarrollo de empresas forestales, y presta ayuda a los países miembros tropicales a fin de permitirles adaptar estas normativas a las circunstancias locales para llevarlas a la práctica a través de proyectos. Además, la OIMT recopila, analiza y distribuye datos sobre la producción y el comercio de maderas tropicales y es la principal fuente de información, estadísticas y tendencias relacionadas con la economía mundial de las maderas tropicales. Desde que inició sus actividades en 1987, la OIMT ha financiado más de 1200 proyectos, anteproyectos y actividades con un valor total de más de 430 millones de dólares estadounidenses. Todos los proyectos se financian con contribuciones voluntarias y, hasta la fecha, los principales donantes han sido los gobiernos de Japón y los Estados Unidos de América.

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Su objetivo es velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para la supervivencia de las especies.

© OIMT y Secretaría de la CITES 2022

Reservados todos los derechos. Con excepción de los logotipos de la OIMT y la CITES, se autoriza la reproducción total o parcial del material gráfico o texto contenido en esta publicación, siempre que se cite la fuente de procedencia y no se utilice con ningún propósito comercial.

ISBN 978-4-86507-091-0

Descargo de responsabilidad

Las denominaciones empleadas y la forma en que aparece presentada la información contenida en este informe no implican juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Fotografía de portada: Árbol adulto de *Aquilaria malaccensis* en Penang, Malasia. Fotografía: Lau Kah Hoo

Índice

Prefacio.....	6
Agradecimientos.....	7
Siglas y abreviaturas.....	8
Resumen analítico y recomendaciones.....	9
1 Introducción.....	12
Fuentes de madera de agar.....	12
Distribución y estado de conservación.....	12
Producción y comercio de madera de agar.....	14
2 Cronología de las decisiones de la CoP de la CITES, debates sobre la madera de agar y elaboración de DENP.....	15
Inclusión en el Apéndice II.....	15
Decisiones de la CoP de la CITES.....	15
CoP-14, 2007.....	15
CoP-15, 2010.....	16
CoP-16, 2013.....	16
CoP-17, 2016.....	16
CoP-18, 2019.....	17
Resoluciones de la CoP de la CITES.....	18
Deliberaciones del Comité de Flora de la CITES.....	18
Dictámenes de extracción no perjudicial.....	19
3 Análisis de los datos comerciales de la CITES.....	22
La base de datos de la CITES.....	22
Principales exportadores.....	22
Principales importadores.....	22
El auge de las plantaciones de madera de agar.....	27
Cupos voluntarios.....	27
4 Productos de madera de agar y su comercio.....	28
Derivados de la madera de agar.....	28
Clasificación de productos.....	28
Extracción de aceite.....	29
Mercados y precios.....	29
Calidad de la madera de agar de plantación frente a la silvestre.....	29
Glosario de productos de madera de agar.....	30
Comercio ilegal y aplicación de la ley.....	30
Trazabilidad y rastreo de madera: distinción entre diversas especies de madera de agar y diversos países de origen.....	32
Diferenciación entre la madera de agar y otras maderas.....	33
Diferenciación entre la madera de agar de plantación y de origen silvestre.....	33
5 Análisis de los árboles productores de madera de agar en pie.....	35

6 Prácticas de gestión.....	39
Conservación.....	39
Técnicas de cultivo.....	43
Inoculación de árboles para producir madera de agar.....	45
<i>Inoculación con hongos.....</i>	46
<i>Inducción química.....</i>	48
<i>Otras técnicas.....</i>	48
Insectos y enfermedades en las plantaciones y medidas fitosanitarias.....	48
Huertos familiares y medios de vida de los pequeños productores.....	49
7 Conclusiones.....	51
8 Recomendaciones.....	53
Recomendaciones para los Estados del área de distribución.....	53
Recomendaciones para los países importadores.....	53
Recomendaciones para la CITES.....	54
Referencias bibliográficas.....	55
Apéndice: Cuestionario utilizado para recabar información en Estados del área de distribución.....	61
Cuadros	
Cuadro 1: <i>Aquilaria</i> y <i>Gyrinops</i> spp., categorización en la Lista Roja de la UICN y Estados del área de distribución.....	13
Cuadro 2. Estimaciones de las poblaciones de árboles de madera de agar (principalmente <i>Aquilaria</i> spp.).....	36
Cuadro 3: Medidas adoptadas por los Estados de las áreas de distribución para la conservación de especies de madera de agar.....	40
Figuras	
Figura 1: Inflorescencia de <i>A. malaccensis</i> , Penang, Malasia.....	12
Figura 2: Principales exportadores de madera de agar de <i>Aquilaria</i> spp., con total de exportaciones (de todos los tipos de productos declarados en m ³ , gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que exportaron un mínimo de 50.000 kg.....	23
Figura 3: Exportaciones anuales de madera de agar de <i>Aquilaria</i> spp. (de todos los tipos de productos declarados en m ³ , gramos o kg) provenientes de Malasia, Indonesia y Tailandia entre 2000 y 2020.....	23
Figura 4: Principales exportadores de madera de agar de <i>Gyrinops</i> spp., con total de exportaciones (de todos los tipos de productos declarados en m ³ , gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que exportaron un mínimo de 20.000 kg.....	24
Figura 5: Principales importadores de madera de agar de <i>Aquilaria</i> spp., con total de exportaciones (de todos los tipos de productos declarados en m ³ , gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países que importaron un mínimo de 20.000 kg.....	24
Figura 6: Cantidad anual de <i>Aquilaria</i> spp. importada en Francia y el Reino Unido de 2000 a 2020, reflejando el mayor uso de la madera de agar en la industria cosmética de algunos países desarrollados.....	25
Figura 7: Cantidad de <i>Aquilaria</i> spp. importada en China continental de 2000 a 2020.....	25
Figura 8: Principales importadores de madera de agar de <i>Gyrinops</i> spp., con total de importaciones (de todos los tipos de productos declarados en m ³ , gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que importaron un mínimo de 20.000 kg.....	26
Figura 9: Total de <i>Aquilaria</i> spp. silvestre y de plantación exportado por todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020 (incluye todos los productos declarados en m ³ , gramos o kg).....	26

Figura 10: Desglose porcentual del total de exportaciones de productos de madera de agar de <i>Aquilaria</i> spp. de todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020.....	28
Figura 11: Desglose porcentual del total de exportaciones de productos de madera de agar de <i>Gyrinops</i> spp. de todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020.....	28
Figura 12: Árbol de madera de agar (<i>Aquilaria</i> spp.) extraído ilegalmente.....	31
Figura 13: Jaula de protección para impedir que los extractores clandestinos corten los árboles de madera de agar.....	31
Figura 14: Procedimientos de Indonesia para la extracción, registro y transporte de madera de agar silvestre destinada al mercado nacional y a la exportación.....	41
Figura 15: Plantación de <i>A. malaccensis</i> en Assam, India.....	44
Figura 16: Plantación de especies mixtas de <i>A. malaccensis</i> y plátanos en Pontianak, Kalimantan Occidental, Indonesia	44
Figura 17: Plantación de <i>A. crassna</i> de alta densidad (3500+ fustes/ha) en Camboya	46
Figura 18: Inoculación de madera de agar mediante el método de infusión en el Instituto de Investigación Forestal de Malasia.....	47
Figura 19: Extracción manual de madera de agar de árboles de <i>Aquilaria</i> spp. en Camboya para su posterior transformación.....	49

Recuadros

Recuadro 1: Programa OIMT-CITES de especies arbóreas amenazadas (2007–2016) y Programa de la CITES sobre especies arbóreas (2017–2022).....	43
---	----

Prefacio

El aceite de madera de agar, originario del sudeste asiático y el norte de la India, es uno de los aceites esenciales más preciados. Los árboles de madera de agar, de los que se obtiene, están incluidos en el Apéndice II de la CITES desde que se celebró la novena reunión de la Conferencia de las Partes en 1994.

Desde entonces, el comercio sostenible, legal y rastreable de aceite de madera de agar y otros derivados ha sido un aspecto clave del trabajo de la CITES sobre la flora en la región asiática. En casi todas las reuniones de la Conferencia de las Partes, o reuniones del Comité de Flora de la CITES, hay un tema en el programa relacionado con el comercio, la gestión o la conservación de estas especies arbóreas. Por otra parte, existe una resolución específica de la CITES dedicada a este grupo taxonómico. La madera de agar se ha debatido también en el contexto de la OIMT, y el presente informe es un testimonio del trabajo conjunto de nuestras dos organizaciones sobre los taxones productores de madera de agar.

Después de casi tres décadas de trabajo sobre la madera de agar, es sin duda oportuno emprender una revisión exhaustiva del comercio, el estado de conservación, la gestión y la propagación de estas especies. Por consiguiente, acogemos con gran satisfacción el presente estudio titulado: *“Caras, explotadas y amenazadas: Estudio de las especies productoras de madera de agar de los géneros Aquilaria y Gyrinops: consideraciones sobre la CITES, patrones del comercio, conservación y gestión”*.

En este informe se analiza exhaustivamente el estado de conservación y el comercio de las especies de madera de agar, se hace un balance de los trabajos anteriores de la CITES sobre la madera de agar y se proponen nuevas prioridades para apoyar el uso sostenible de la madera de agar en el futuro. Por ejemplo, se indica que los trabajos anteriores se han centrado a menudo en la propagación artificial de especies arbóreas productoras de madera de agar. Sin embargo, la recolección y el comercio legal e ilegal de especies silvestres continúa, y la gestión insuficiente de las poblaciones silvestres contribuye a su continuo declive. A falta de información sobre el estado de las poblaciones de árboles en estado silvestre, la mayoría de los cupos de exportación existentes para especímenes de origen silvestre no parecen basarse en datos científicos sólidos. Estas y otras importantes reflexiones serán útiles para orientar las deliberaciones entre las Partes y los observadores de la CITES, en particular durante la 19ª reunión de la Conferencia de las Partes, a celebrarse en noviembre de 2022 en Panamá.

Desearíamos agradecer a Ian Thompson, Teckwyn Lim y Maman Turjaman por su labor de investigación y compilación en la elaboración de este estudio. Agradecemos también a Malasia y, en particular, al Instituto de Investigación Forestal de ese país por haber organizado un taller de validación para los Estados del área de distribución de las especies de madera de agar. Por último, agradecemos a la Unión Europea por financiar el Programa de la CITES sobre Especies Arbóreas (CTSP), que ha permitido realizar este trabajo.

En el futuro, continuaremos apoyando a los Estados del área de distribución en sus esfuerzos por garantizar un comercio sostenible de productos de madera de agar.

Ivonne Higuero, Secretaria General, CITES
Sheam Satkuru, Directora Ejecutiva, OIMT
Ginebra (Suiza) y Yokohama (Japón)

Octubre 2022

Agradecimientos

Este informe ha sido financiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), a través del Programa de la CITES sobre Especies Arbóreas financiado por la Unión Europea. El respaldo brindado permitió realizar investigaciones independientes para este informe en Malasia (por Teckwyn Lim, Noorainie Awang Anak y Khairul Izdihar Ismail), Indonesia (por Maman Turjaman), India (por Syed Quavi) y Camboya (por Say Sinly, Chheang, Dany, Hort Sothea y Lim Sopheap). Steven Johnson y Kanako Ishii prestaron un excelente apoyo logístico a través de la OIMT. Los autores desean también expresar su agradecimiento a la Dra. Milena Sosa-Schmidt, cuyos profundos conocimientos sobre la madera de agar (y otras especies de flora amenazadas) en la CITES fueron fundamentales en el proceso que llevó a la preparación de este informe.

Siglas y abreviaturas

CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres
cm	centímetros
CoP	Conferencia de las Partes
DART-TOFMS	Análisis directo en tiempo real - espectrometría de masas (tiempo de vuelo)
DAP	diámetro a la altura del pecho
DENP	Dictamen de extracción no perjudicial
ha	hectárea(s)
l	litro(s)
m	metro(s)
OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
PC	Comité de Flora (CITES)
PCh	Provincia China
PEC	2-(2-feniletil)cromona
RAE	Región Administrativa Especial
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USD	Dólar(es) estadounidense(s)

Resumen analítico y recomendaciones

La madera de agar es un producto forestal no maderable de gran valor que se produce principalmente en el sudeste y el sur de Asia a partir de dos géneros arbóreos principales: *Aquilaria* y *Gyrinops*. La madera se utiliza con fines culturales, cosméticos y medicinales, aunque la mayor parte se destina a la producción de incienso. Todas las especies que integran ambos géneros (por lo menos, 28 especies) están incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y varias de las especies predominantes figuran en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como en peligro crítico o en peligro, mientras que otras están registradas en la categoría de "datos insuficientes". Sin embargo, no todas las especies producen madera de agar, y la taxonomía de estos dos géneros aún no está resuelta, por lo que es necesario volver a evaluarla para reducir la confusión. El declive en el estado de conservación de estos árboles se debe a la gran demanda de madera de agar que ha llevado a su explotación insostenible durante décadas. El porcentaje de árboles con madera de agar en el medio silvestre es probablemente inferior al 10%, pero lamentablemente, en la mayoría de los casos, los árboles se talan para determinar si hay madera de agar.

La especie más abundante, *A. malaccensis*, fue incluida en los listados de la CITES en 1995, y todas las demás se añadieron al Apéndice II en 2005. Las deliberaciones de la CITES sobre estas especies han continuado en torno a una diversidad de aspectos, inclusive la terminología de los productos, la elaboración de informes adecuados sobre dictámenes de extracción no perjudicial (DENP), la posibilidad de que algunos productos queden exentos de la reglamentación, o las formas en que los exportadores deben registrar los productos. El aspecto más controvertido entre los países exportadores es el listado global de productos procedentes de plantaciones, que no están en peligro de extinción, junto con los de origen silvestre, que están disminuyendo. Un problema importante sigue siendo la dificultad de distinguir entre la madera de agar silvestre y la de plantaciones en el comercio. La reciente investigación parece haber resuelto este dilema, mediante el uso de códigos de barras de ADN y/o de cromatografía de gases/espectrometría de masas. Sin embargo, el problema para los países en desarrollo es el acceso al equipo adecuado, los costos de las pruebas y la disponibilidad de personal capacitado para realizarlas.

La única información mundial sobre la exportación e importación de madera de agar procede de la base de datos de la CITES, que registra la información de los permisos de exportación presentados por los países exportadores. Estos datos indican que la mayoría de los países del sudeste y sur de Asia exportan madera de agar en bruto, o productos de madera de agar, como aceite, tallas e incienso. Aun así, la mayor parte de la madera de agar se exporta en forma de astillas a países del Oriente Medio, o a Singapur y a la Provincia China (PCh) de Taiwán para su posterior transformación. Se calcula que, en la actualidad, la industria mundial tiene un valor de más de 30.000 millones de USD, y que un litro de aceite tiene un precio de entre USD40.000 y USD50.000. Los principales exportadores de *Aquilaria* son Indonesia, Malasia y Tailandia, con existencias casi exclusivamente silvestres exportadas por Malasia e Indonesia (con más del 98% de origen silvestre), mientras que toda la madera de agar de Tailandia proviene de plantaciones. Los principales países que importan *Aquilaria* son: Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Singapur y la PCh de Taiwán. Anualmente *Aquilaria* se exporta alrededor de cinco veces más que *Gyrinops*, y los principales exportadores de *Gyrinops* son Indonesia (incluida Papua) y Sri Lanka. A partir de 2017, en la base de datos de la CITES se registraron mayores exportaciones de productos originarios de plantaciones que de madera de agar de origen silvestre. Sin embargo, la madera de agar de las plantaciones es aparentemente un producto de calidad inferior y vale menos que la madera de agar silvestre, por lo que la demanda de existencias silvestres sigue siendo muy alta.

Los gobiernos parecen haber ignorado los niveles insostenibles crónicos de extracción con el fin de apoyar a su industria de exportación. A medida que las poblaciones silvestres se han ido agotando, y como resultado de la inclusión de las especies en los listados de la CITES, la industria y los gobiernos han respondido con el desarrollo de plantaciones, especialmente de *A. malaccensis*, *A. crassna* y *A. sinensis*. Hoy se encuentran plantaciones en todo el sur, este y sudeste de Asia, con grandes extensiones en la India, Tailandia, Viet Nam, Malasia, Indonesia y China. El número total de árboles plantados probablemente haya superado los 60 millones en 2022.

La ciencia de la producción de la madera de agar de plantaciones ha avanzado considerablemente desde la inclusión inicial de *Aquilaria* en la CITES a raíz de la investigación de los hongos que provocan la

formación de madera de agar como parte del mecanismo de defensa natural del árbol. En los árboles silvestres, las heridas y las infecciones son causadas por las hormigas y los insectos perforadores de la madera, que crean orificios en los árboles en los que introducen los hongos y otros patógenos. Los árboles reaccionan produciendo una resina que contiene una gran variedad de sustancias químicas aromáticas, que juntas se endurecen y forman la madera de agar. Los operadores de las plantaciones duplican el proceso perforando orificios en el árbol e introduciendo inoculantes fúngicos identificados como agentes que provocan la formación de la madera de agar. Sobre la base de la investigación y a través del método de prueba y error, se han desarrollado una serie de buenas prácticas para mejorar la producción de madera de agar. Los árboles tardan alrededor de ocho años en alcanzar el tamaño recomendado para la inoculación, de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), y luego pasan otros dos años o más para que se desarrolle la madera de agar.

En Malasia e Indonesia, pese al desarrollo de plantaciones, se sigue permitiendo el aprovechamiento de madera de agar silvestre, aunque sujeto a ciertos controles. Además, continúa también la extracción ilegal. Cada año se encuentran numerosos casos, y parte de la madera extraída ilegalmente se mezcla con madera de plantación de la misma calidad para eludir las leyes relativas a su aprovechamiento. Si bien las políticas nacionales siguen orientadas principalmente a la industria de exportación, en la actualidad existen algunas medidas de conservación en todos los países, como programas de restauración de árboles silvestres, leyes y cupos para limitar o prohibir la extracción de madera silvestre, así como sistemas de registro para la compra, el transporte y la exportación de madera de agar, incluso la procedente de plantaciones.

Un importante impedimento para la gestión sostenible de la madera de agar es la falta de información sobre el estado de conservación de las poblaciones silvestres. Existen pocos datos de estudios para apuntalar los dictámenes de extracción no perjudicial (DENP) que puedan servir de base para una extracción anual permitida sostenible. Solo cuatro países han elaborado un DENP, y los de Malasia e Indonesia ya están muy desactualizados. Si bien no fue posible consultar los DENP de la India (2021) y Tailandia (2016) para este estudio, la información presentada en el taller de la CITES sobre madera de agar celebrado en 2022¹ permitió corroborar que ambos son sólidos. Algunos países han establecido cupos para la recolección y

exportación de madera de agar silvestre, pero a falta de datos sobre sus poblaciones, esos cupos carecen de fundamento científico.

A continuación, se presentan las recomendaciones derivadas del estudio.

Para los Estados del área de distribución:

- Desarrollar e implementar muestreos periódicos para establecer datos poblacionales de todas las especies de madera de agar (de plantaciones y silvestres), y formular DENP adecuados con cupos para cada una de las especies de madera de agar.
- Garantizar la protección de los árboles silvestres a través de la aplicación de reglamentaciones y normativas, y también, posiblemente, mediante la ampliación de las áreas protegidas.
- Establecer y/o fortalecer bases de datos nacionales/regionales para la identificación del origen de los especímenes de madera de agar. La base de datos podría contener perfiles específicos del lugar (inclusive perfiles de ADN) de las especies productoras de madera de agar de los Estados del área de distribución.
- Aumentar la capacidad y los conocimientos del personal encargado de hacer cumplir las leyes y de los funcionarios de aduanas para reducir más eficazmente la extracción y exportación ilegal.
- Establecer un sistema de registro nacional para la madera de agar plantada y silvestre.
- Desarrollar un sistema de licencias para los comerciantes (como el "certificado de adquisición legal" de la India), en el que cualquier actividad ilegal por parte de un comerciante conlleve la pérdida de la licencia comercial.
- Desarrollar e implementar tecnologías en línea para apoyar el proceso de registro y control de las plantaciones, los viveros y los exportadores.
- Controlar la adquisición de plantel parental procedente de tierras privadas o estatales, o comprado internacionalmente.
- Verificar todas las plantaciones mediante inspecciones.
- Aplicar un sistema de permisos de transporte.
- Los Estados exportadores deberían comunicar a la Secretaría de la CITES las muestras de las etiquetas utilizadas y las listas de exportadores, y luego facilitarlas a todas las Partes mediante una Notificación.
- Elaborar y aplicar planes de acción para la conservación de las especies de madera de agar, que incluyan un componente de regeneración natural asistida.

¹ https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/topics_id=7115&no=1&file_ext=.pdf?v=

- Considerar la posibilidad de crear un fondo nacional para las especies de madera de agar a fin de recolectar los derechos pagados por los usuarios de las poblaciones productoras de madera de agar. Los fondos deberían destinarse a reforzar la aplicación de las estrategias nacionales para garantizar la conservación y la gestión sostenible de las especies de madera de agar.
- Los programas de plantación de especies de madera de agar deberían tener en cuenta la diversidad genética dentro de cada especie y no deberían trasladar semillas, plántulas o esquejes fuera de su área de distribución.
- Los Estados del área de distribución podrían considerar la posibilidad de negociar y acordar la aplicación de un sistema de clasificación común para los productos de madera de agar basado en los compuestos aromáticos presentes, el color u otras características cuantificables científicamente.
- Los Estados del área de distribución deberían considerar la posibilidad de presentar solicitudes a organismos de financiación como la Organización de Cooperación Forestal de Asia (AFOCO), la OIMT, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y otros a fin de elaborar sus planes de gestión de la madera de agar.
- Dado que existen tecnologías para distinguir la madera de agar silvestre de la plantada, se podrían elaborar/negociar planes para establecer un laboratorio regional que lleve a cabo dichos análisis.

Para los países importadores:

- Dada la ausencia de financiación para la conservación de las especies de madera de agar, los principales países importadores podrían reflexionar sobre el daño ya causado a las poblaciones silvestres y considerar la posibilidad de ayudar a los Estados del área de distribución a restaurar y recuperar las poblaciones silvestres, ya sea directamente o a través de los organismos internacionales que trabajan por la conservación y la gestión sostenible de los bosques.
- Los países importadores deben adoptar tecnologías para distinguir entre la madera de agar silvestre y la de plantación, y aplicar regularmente estas tecnologías a las muestras de madera de agar que ingresen en su territorio. Además, los países importadores deben mejorar las capacidades y los conocimientos de sus organismos aduaneros para garantizar la importación legal de madera de agar.

Para la CITES:

- La CITES debería considerar la posibilidad de obtener financiación para trabajar con un jardín botánico (p.ej. Real Jardín Botánico de Kew) con el fin de desarrollar una taxonomía clara para los

dos géneros *Aquilaria* y *Gyrinops*, y luego considerar el listado de las especies a título individual, en parte basado en si son o no especies de madera de agar.

- Es evidente que la mayoría de los países han dedicado un tiempo considerable a desarrollar métodos de plantación, pero un tiempo limitado a transmitir la importancia de los DENP; por consiguiente, la CITES debería considerar la posibilidad de seguir trabajando con los Estados del área de distribución a fin de proporcionar una mejor información y capacitación sobre la elaboración de un DENP.
- Las Partes de la CITES deberían investigar si otras especies productoras de madera de agar (como *Aetoxylon sympetalum*, que es una fuente importante de madera de agar en Sarawak) necesitarían incluirse en el Apéndice II con el fin de establecer reglamentaciones más exhaustivas del comercio internacional.
- Las Partes de la CITES deberían determinar si las reglamentaciones existentes y los cupos de exportación de la CITES proporcionan una salvaguarda adecuada para las especies raras y endémicas que producen madera de agar, como *Aquilaria rostrata*.
- El actual "glosario de productos de madera de agar" requiere más trabajo para reducir su alcance y garantizar la claridad de los términos.
- Todos los productos deberían ser indicados en kilogramos, excepto los especímenes vivos indicados en números.
- El "bloque" y la "pieza" de madera deberían constituir una sola categoría.
- El Comité de Flora debería seguir debatiendo con todos los Estados del área de distribución si la exención del polvo de madera de agar consumido en los controles de la CITES debe mantenerse.
- Se deberían abordar las incoherencias de la base de datos de importación/exportación de madera de agar trabajando con los países a fin de desarrollar términos coherentes para los productos (de acuerdo con el glosario) y especificar que los productos deben indicarse en determinadas unidades de medida. También se podría considerar el desarrollo de un portal en línea para la introducción directa de información que solo acepte ciertos términos y unidades.
- Se debería considerar la posibilidad de ofrecer orientación sobre: (a) la conveniencia de establecer cupos basados en el peso o el volumen; (b) la medida en que dichos cupos se relacionan con el número de árboles maduros en pie, utilizando un enfoque de precaución; y (c) centrarse en el régimen de extracción en lugar de utilizar factores de conversión estándar.

1 Introducción

La madera de agar es un producto forestal no maderable valorado por sus usos aromáticos, medicinales y culturales. Se la conoce también como madera de águila, madera de áloe, gaharu (malayo), chen xiang (chino), jin-koh (japonés), oudh u oud (árabe), mai kritsana (tailandés) y tram huong (vietnamita), entre muchos otros nombres vernáculos y comerciales (Barden *et al.* 2000). Las propiedades aromáticas y medicinales de la madera de agar proceden principalmente de dos géneros de árboles, *Aquilaria* y *Gyrinops*, y se derivan de los depósitos resinosos del duramen del árbol. Los géneros *Gonystylus* y *Aetoxylon* también producen algo de madera de agar, pero no a escala comercial. La madera de agar es un producto muy valioso (ver el Capítulo 4), que con frecuencia ha sido calificado como “la madera más cara del mundo”.

Fuentes de madera de agar

Las plantas de madera de agar pertenecen a la familia *Thymelaeaceae*. La taxonomía de esta diversa familia no está establecida, por lo que hay entre 19 y 31 especies en el género *Aquilaria*, dependiendo del taxónomo que compile la lista. Entre ellas se incluyen al menos 13 especies que producen madera de agar (Kaura y Kaushik, 2017). También produce madera de agar el género *Gyrinops*, del que hay, por lo menos, ocho especies (algunos taxónomos colocan especies adicionales en este género en lugar de *Aquilaria*). En el Cuadro 1, se muestran 28 especies de los dos géneros.

Figura 1: Inflorescencia de *A. malaccensis*, Penang, Malasia. Fotografía: Lau Kah Hoo



Distribución y estado de conservación

Entre las especies de *Aquilaria*, la UICN clasifica cuatro en la categoría de “en peligro crítico”, una en la categoría de “en peligro” y ocho en la categoría de “vulnerables”, mientras que el resto se incluye en la categoría de “datos insuficientes”. *A. malaccensis* (Figura 1) ha sido la más importante de las especies de madera de agar (Hou, 2006), y se encuentra en la India, Indonesia, Malasia, Myanmar, Filipinas, Singapur, Bangladesh, Bhután y Tailandia (Oldfield *et al.* 1998; Chua, 2008), donde ahora está catalogada como en peligro crítico por la UICN. Otros Estados del área de distribución de las demás especies de *Aquilaria* son: Brunei Darussalam, Camboya, China, República Democrática Popular Lao, Papua Nueva Guinea y Viet Nam (Cuadro 1). Más recientemente, *A. crassna* se ha convertido en una segunda especie comúnmente presente en el comercio porque se produce cada vez más en plantaciones, y ahora abastece casi tanta madera de agar a nivel mundial como *A. malaccensis*. Otra madera de agar exportada procede de las especies *A. acuminata* (o *A. filaria*), *A. beccariana*, *A. microcarpa*, *A. sinensis* y *A. subintegra*. Las áreas de distribución de estas especies no son totalmente contiguas y la mayoría se limitan a unos pocos países (Cuadro 1). Dentro del género *Gyrinops*, la mayor parte de la madera de agar procede de: *G. versteegii*, *G. caudata*, *G. ledermanii* y *G. walla*. Entre las especies de *Gyrinops*, cuatro están clasificadas como “en peligro” o “en peligro crítico”, mientras que todas las demás están catalogadas como “vulnerables” por la UICN. Las *Gyrinops* spp. están distribuidas en gran parte del sudeste asiático, incluyendo Sri Lanka, Indonesia, Tailandia y Papua Nueva Guinea (Cuadro 1).

Lee & Mohamed (2016) y Turjaman (2022) han subrayado la necesidad de mejorar la taxonomía de *Aquilaria* spp. para garantizar la conservación de toda la diversidad genética del género. Por ejemplo, en 2005, Kiet y Kessler describieron una nueva especie, *A. rugosa* (Gratzfeld y Tan, 2008). Todos los Estados del área de distribución (excepto Singapur, que no explota sus especies nativas) tienen en común una disminución de las poblaciones de árboles silvestres debido a la sobreexplotación crónica y a la creciente conversión del hábitat forestal para otros usos de la tierra (TRAFFIC, 2004; ONUDD, 2017).

Cuadro 1: *Aquilaria* y *Gyrinops* spp., categorización en la Lista Roja de la UICN y Estados del área de distribución (Wang et al. 2021; Turjaman, 2022; y POWO, 2019).

Especies	Categoría UICN*	Estados del área de distribución
<i>Aquilaria malaccensis</i> Lam.	CR	India, Myanmar, Bhután, Malasia, Indonesia, Filipinas, Tailandia, Singapur, Bangladesh, Nepal
<i>Aquilaria microcarpa</i> Baill	EN	Brunei Darussalam, Indonesia (Kalimantan, Sumatra), Malasia (Peninsular, Borneo)
<i>Aquilaria apiculata</i> Merr	DD	Filipinas
<i>Aquilaria baillonii</i> Pierre ex Lecomte	DD	Camboya, República Democrática Popular Lao, Viet Nam
<i>Aquilaria banaensis</i> P.H.H.	VU	Viet Nam, Camboya, República Democrática Popular Lao**
<i>Aquilaria beccariana</i> Tiegh Indonesia	VU	Brunei Darussalam, Indonesia (Kalimantan, Sumatra), Malasia (Peninsular, Borneo)
<i>Aquilaria citrinicarpa</i> (Elmer) Hallier f.	DD	Filipinas
<i>Aquilaria cumingiana</i> (Decne) Ridl (<i>Gyrinops cumingiana</i> Decne)	VU	Malasia (Borneo), Indonesia (Kalimantan, Maluku, Islas Molucas, Papua), Filipinas
<i>Aquilaria khasiana</i> Hallier f.	CR	India
<i>Aquilaria apiculata</i> Merr	DD	Filipinas
<i>Aquilaria parvifolia</i> (Quisumb) Ding Hon (<i>Gyrinops parviflora</i>)	DD	Filipinas
<i>Aquilaria rostrata</i> Ridl	CR	Malasia (Peninsular)
<i>Aquilaria rugosa</i> Kiet Kessler	VU	Viet Nam, Camboya, Tailandia
<i>Aquilaria subintegra</i> Ding Hon	DD	Tailandia
<i>Aquilaria urdanetensis</i> (Elmer) Hallier f.	DD	Filipinas
<i>Aquilaria yunnanensis</i> S.C. Huang	VU	China (Yunnan), República Democrática Popular Lao, Viet Nam (2019)
<i>Aquilaria filaria</i> (Oken) Merr also as: (<i>Aquilaria acuminata</i> (Merr.) Quisumb)	VU	Indonesia (Nusa Tenggara Oriental, Islas Molucas, Papua), Papua Nueva Guinea, Filipinas
<i>Aquilaria sinensis</i> (Lour.) Gilg	VU	China (Fujian, Guangdong, Guangxi, Hainan, Sichuan, RAE de Hong Kong, Yunnan), (República Democrática Popular Lao en plantaciones únicamente)
<i>Aquilaria crassna</i> Pierre ex Lecomte	CR	Bhután, Camboya, República Democrática Popular Lao, Tailandia, Viet Nam
<i>Aquilaria hirta</i> Ridl.	VU	Malasia (Peninsular, Borneo), Indonesia (Kalimantan, Sumatra), Tailandia
<i>Gyrinops decipiens</i> Ding Hou	EN	Indonesia (Sulawesi)
<i>Gyrinops versteegii</i> (Gilg)	VU	Indonesia (Nusa Tenggara, Sulawesi, Islas Molucas, Papua), Papua Nueva Guinea
<i>Gyrinops walla</i> Gaertn.	VU	Sri Lanka
<i>Gyrinops caudata</i> (Gilg)	VU	Papua, Papua Nueva Guinea
<i>Gyrinops ledermannii</i> Domke	EN	Papua, Papua Nueva Guinea
<i>Gyrinops moluccana</i> (Miq.)	EN	Indonesia (Islas Molucas, Papua), Papua Nueva Guinea
<i>Gyrinops salicifolia</i> Ridl.	EN	Papua, Papua Nueva Guinea
<i>Gyrinops vidalii</i> P.H. Hô	CR	Tailandia, Camboya, República Democrática Popular Lao

* CR = en peligro crítico; EN = en peligro; VU= vulnerable; DD = datos insuficientes.

** Incierto ya que no ha sido reportado por la República Democrática Popular Lao, pero sí por la UICN.

Producción y comercio de madera de agar

La resina aromática que comprende el agar se desarrolla en el duramen del árbol, después de una herida seguida de mecanismos patológicos y no patológicos (Ng et al. 1997), como una reacción de defensa de la planta, y se deposita alrededor de las heridas durante los años siguientes a la lesión. La acumulación de los diversos compuestos volátiles acaba formando la madera de agar (Subasinghe y Hettiarachchi, 2013). Debido al elevado valor de la madera de agar y a la disminución de las poblaciones silvestres, con el tiempo se ha producido un aumento del precio de la madera y se han incrementado los esfuerzos para producir madera de agar a partir de árboles de *Aquilaria* plantados. Los árboles de madera de agar cultivados comercialmente se inoculan para inducir la resina mediante la penetración física en el tronco (herida) con la inserción de un hongo microbiano. Las especies de *Aquilaria* necesitan hasta una década para alcanzar la madurez y la mayoría de las técnicas actuales de extracción, tanto en estado silvestre como en cultivos, implican la destrucción de todo el árbol.

La madera de agar se comercializa en forma de diversos productos y derivados, como aceite, madera, astillas, escamas, polvo, polvo consumido, tallas y joyas (ver el Capítulo 4). La madera y el aceite de alta calidad se utilizan principalmente como incienso y perfumes en los países del Oriente Medio (Compton e Ishihara, 2004), y los productos de madera de agar figuran como componentes de muchos remedios ayurvédicos tradicionales en el subcontinente indio y se utilizan en las medicinas tradicionales asiáticas para combatir muchas dolencias, por ejemplo, artritis, infecciones o fiebre, y también como analgésico (Barden et al. 2000; Kiet, 2003; Lim y Anack, 2010). Por otra parte, se han probado sus propiedades anticancerígenas, inclusive contra el cáncer de páncreas (Dahham et al. 2015). Está claro que la madera tiene una gran importancia cultural y medicinal en Asia y el Oriente Medio. Lamentablemente, las poblaciones silvestres de todas las especies productoras de madera de agar han disminuido considerablemente en los últimos 20 ó 30 años (Soehartono y Newton, 2001; Chua et al. 2016).

2 Cronología de las decisiones de la CoP de la CITES, debates sobre la madera de agar y elaboración de DENP

La grave y prolongada sobreexplotación, con la consiguiente disminución de los árboles silvestres de las especies *Aquilaria* y *Gyrinops*, dio lugar a su inclusión en el Apéndice II de la CITES. En Malasia, por ejemplo, Chua et al. (2016) informaron que más del 90% de los árboles con un DAP >30 cm ya habían desaparecido en la península entre 1993 y 2013, principalmente debido a la extracción, en su mayor parte ilegal. La inclusión en los listados de la CITES requiere que los Estados del área de distribución y los importadores regulen más estrictamente el uso de estas especies, y que para la exportación de cualquier material asociado se necesite un permiso. Este requisito ofrece cierta protección a las poblaciones silvestres remanentes, pero también requiere la cooperación internacional de los compradores.

Inclusión en el Apéndice II

El proceso para la inclusión en los listados de la CITES se originó en noviembre de 1994, cuando la India propuso que la especie *A. malaccensis* se incluyera en el Apéndice II, ya que consideraba que la demanda internacional amenazaba la supervivencia de la especie. *A. malaccensis* se incluyó en 1995 y, a partir de 1998, se iniciaron una serie de debates en el Comité de Flora sobre la protección de un mayor número de especies productoras de madera de agar. En la decimotercera Conferencia de las Partes (CoP-13), convocada en 2005, Indonesia propuso oficialmente que todas las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops* se incluyeran en el Apéndice II. La propuesta fue aprobada, lo que llevó a la inclusión de más de 19 especies de *Aquilaria*, así como ocho especies de *Gyrinops*.

A raíz de la inclusión en el Apéndice II, todos los países que exportan cualquier producto de madera de agar (salvo algunas excepciones – ver más adelante) deben expedir un permiso de exportación e informar a la CITES de las cantidades exportadas. Para realizar la exportación, el país debe indicar también a la CITES mediante un “dictamen de extracción no perjudicial” (DENP) que el material de madera de agar exportado no será perjudicial para la supervivencia de la especie en estado silvestre.

La inclusión en los listados de la CITES representa un incentivo para que los países conserven las existencias restantes y gestionen mejor sus

poblaciones de especies arbóreas productoras de madera de agar con el fin de mantener su industria de exportación. De este modo, también se hace recaer en los países importadores la responsabilidad de intentar garantizar que toda la madera que importan ha sido extraída legalmente. Algunos países han argumentado desde entonces que el listado es demasiado inclusivo porque no todas las especies están amenazadas y porque no todas las especies de *Aquilaria* producen madera de agar.

Decisiones de la CoP de la CITES

Tras la inclusión de todas las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops* en el Apéndice II en 2005, la Conferencia de las Partes (CoP) de la CITES, en cada una de sus reuniones subsiguientes, ha adoptado decisiones relacionadas con la madera de agar. A continuación se resumen tales decisiones.

CoP-14, 2007

14.138 (Rev. CoP15) Las Partes concernidas deberían identificar y acordar los productos y las cantidades de madera de agar que deberían exonerarse de los controles de la CITES. Una vez acordados, las Partes concernidas deberían determinar los Estados del área de distribución que prepararán y presentarán una propuesta para enmendar la anotación en curso para las especies que producen madera de agar que se someterá a la consideración de la Conferencia de las Partes en su 16ª reunión.

14.144 (Rev. CoP15) La Secretaría participará en la recaudación de fondos de las Partes, las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, los exportadores, los importadores y otros interesados para apoyar un taller destinado a reforzar la capacidad de las Partes para aplicar las decisiones relacionadas con la madera de agar antes de la 16ª reunión de la Conferencia de las Partes.

14.137 Las Partes que participan en el comercio de madera de agar deberían, previa consulta con la Secretaría, recaudar fondos y producir materiales de identificación para todas las formas de productos comercializados bajo el control de la CITES.

14.138 Las Partes concernidas deberían identificar y acordar los productos y las cantidades de madera de agar que deberían exonerarse de los controles de la CITES. Una vez acordados, las Partes concernidas deberían determinar los Estados del área de distribución que prepararán y presentarán una propuesta para enmendar la anotación en curso para las especies que producen madera de agar que se someterá a la consideración de la 15ª reunión de la Conferencia de las Partes

14.140 Las Partes que participan en el comercio de madera de agar prepararán un glosario con definiciones que ilustren el contenido de las anotaciones enmendadas, los términos utilizados y su aplicación práctica durante la observancia y los controles fronterizos. La Secretaría debería facilitar la preparación y la producción de esos materiales, así como las estrategias para incorporarlos en el material didáctico.

14.144 La Secretaría participará en la recaudación de fondos de las Partes, las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, los exportadores, los importadores y otros interesados para apoyar un cursillo destinado a reforzar la capacidad de las Partes para aplicar las decisiones relacionadas con la madera de agar antes de la 15ª reunión de la Conferencia de las Partes.

CoP-15, 2010

15.95 (Rev. CoP16) Sujeto a la disponibilidad de fondos externos, la Secretaría deberá, junto con los Estados del área de distribución de la madera de agar y el Comité de Flora, organizar un taller para compartir experiencias, discutir sobre la gestión de la madera de agar silvestre o proveniente de plantaciones, identificar y ponerse de acuerdo sobre las estrategias que pueden equilibrar la conservación y el uso de las poblaciones silvestres, y reducir así la presión sobre éstas al utilizar material cultivado.

15.23 Se alienta a las Partes a que:

- a) examinen los resultados del Taller de expertos internacionales sobre dictámenes de extracción no perjudicial (Cancún, noviembre de 2008) para aumentar la capacidad de las Autoridades Científicas de la CITES, especialmente las relacionadas con las metodologías, instrumentos, información, conocimientos especializados y otros recursos necesarios para formular dictámenes de extracción no perjudicial;

- b) teniendo en cuenta la Resolución Conf. 10.3, den prioridad a actividades tales como talleres sobre fomento de capacidad, para que se comprenda mejor en qué consisten los dictámenes de extracción no perjudicial y cómo mejorar la manera de formularlos; e

- c) informen de sus conclusiones sobre los párrafos a) y b) supra en las reuniones 25ª y 26ª del Comité de Fauna, y 19ª y 20ª del Comité de Flora.

15.26 Se invita a las Partes a organizar talleres, con la participación de los expertos pertinentes, sobre la utilización de orientación sobre dictámenes de extracción no perjudicial para las especies maderables, *Prunus africana*, las plantas medicinales y las especies que producen madera de agar en los Estados del área de distribución concernidos, en cooperación con las Partes de importación.

15.27 La Secretaría:

- a) incluirá elementos prácticos para formular dictámenes de extracción no perjudicial para estos grupos de plantas en sus talleres de fomento de capacidad, a fin de obtener de las Autoridades Científicas información que permita perfeccionar las directrices para la formulación de dictámenes de extracción no perjudicial que figuran en el documento CoP15 Doc. 16.3;
- b) utilizará los fondos externos ofrecidos por las Partes interesadas, organizaciones intergubernamentales y organizaciones no gubernamentales y otras fuentes de financiación para traducir las directrices al árabe, el chino y el ruso y apoyar talleres regionales de fomento de la capacidad sobre la utilización de orientación sobre dictámenes de extracción no perjudicial para las especies maderables, *Prunus africana*, las plantas medicinales y las especies que producen madera de agar en los Estados del área de distribución concernidos; y
- c) mantendrá la información actualizada y accesible para las Partes.

15.94 El Comité de Flora examinará las definiciones actuales de las plantas reproducidas artificialmente y cómo se aplican a los árboles en las plantaciones de especies mezcladas e informará a la Conferencia de las Partes en su 16ª reunión.

15.95 Sujeto a la disponibilidad de fondos externos, la Secretaría deberá, junto con los Estados del área de distribución de la madera de agar y el Comité de Flora, organizar un taller para discutir sobre la gestión de la madera de agar silvestre o proveniente de plantaciones.

CoP-16, 2013

16.155 Para facilitar la aplicación de la anotación relativa a los taxa que producen madera de agar, basándose en el documento CoP16 Inf. 3 y otra información disponible, los países exportadores e importadores de taxa que producen madera de agar deberían preparar un manual de identificación de los productos de madera de agar y comunicar ese manual a la Secretaría.

16.156 El Comité de Flora deberá examinar los sistemas actuales de producción de las especies arbóreas, inclusive las plantaciones mixtas y monoespecíficas y evaluar la aplicabilidad de las definiciones actuales de propagación artificial en la Resolución Conf. 10.13 (Rev. CoP15) y la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP15), respectivamente, e informar al respecto en la 17ª reunión de la Conferencia de las Partes.

16.157 El Comité de Flora deberá supervisar la puesta en práctica de la Resolución Conf. 16.10, (*Aplicación de la Convención para los taxa que producen madera de agar*), a fin de evaluar cualquier posible impacto en materia de conservación para la supervivencia a largo plazo de las especies que producen madera de agar y los posibles problemas que dimanen de su aplicación, e informar sobre esas cuestiones en la 17ª reunión de la Conferencia de las Partes.

16.158 La Secretaría deberá, tras recibir el manual de identificación mencionado en la Decisión 16.155, ponerlo a la disposición de las Partes a través del sitio web de la CITES.

CoP-17, 2016

16.156 (Rev. CoP17) El Comité de Flora deberá examinar los sistemas actuales de producción de las especies arbóreas, incluidas las plantaciones mixtas y monoespecíficas, y evaluar la aplicabilidad de las definiciones actuales de reproducción artificial en la Resolución Conf. 10.13 (Rev. CoP15) y la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP15), respectivamente, e informar al respecto en la 18ª reunión de la Conferencia de las Partes.

16.157 (Rev. CoP17) El Comité de Flora deberá supervisar la puesta en práctica de la Resolución Conf. 16.10, sobre Aplicación de la Convención para los taxa que producen madera de agar, a fin de evaluar cualquier posible efecto en materia de conservación para la supervivencia a largo plazo de las especies que producen madera de agar y los posibles problemas que dimanen de su aplicación, e informar sobre esas cuestiones en la 18ª reunión de la Conferencia de las Partes.

17.194 Se invita a las Partes del área distribución, de tránsito, consumidoras y productoras de productos de madera de agar a que compilen y publiquen manuales de identificación sobre los productos de madera de agar, tomando en cuenta la versión actualizada del Glosario que figura en el Anexo del documento PC22 Doc.17.5.3, y cualquier nueva versión actualizada, si procede. Se les alienta a que distribuyan esos manuales de identificación como material didáctico a los oficiales de gestión y observancia.

17.195 Sujeto a la disponibilidad de fondos, los Estados del área de distribución deberán generar y recopilar datos biológicos y ecológicos, así como información sobre la tala, el comercio y la gestión de las especies que producen madera de agar en el medio silvestre. Se solicita a los Estados del área de distribución que comuniquen esta información en el taller regional sobre la madera de agar mencionado en la Decisión 17.197 y que acuerden prioridades regionales para asegurar la supervivencia de las poblaciones de especies que producen madera de agar en el medio silvestre.

17.196 Se invita a los Estados del área de distribución a que elaboren políticas para fomentar el uso y el comercio sostenibles de partes y derivados de árboles que producen madera de agar reproducidos artificialmente.

17.197 Sujeto a la disponibilidad de fondos externos, la Secretaría, en cooperación con los Estados del área de distribución de la madera de agar y el Comité de Flora, deberá organizar un taller regional para: continuar la labor del Taller Regional Asiático sobre la gestión de la madera de agar silvestre y cultivada, organizado por el Gobierno de la India en Guwahati, Assam (India), del 19 al 23 de enero de 2015, haciendo hincapié en cómo los Estados del área de distribución pueden cooperar para asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies que producen madera de agar en el medio silvestre mediante programas de plantación de madera de agar que integren los programas de recuperación de los bosques; y reforzar la red de la madera de agar para el intercambio de información sobre materiales de plantación, gestión, tecnologías, explotación y comercio.

17.198 La Secretaría deberá informar a la reunión del Comité de Flora sobre la aplicación de las Decisiones 17.195 y 17.197 antes de la 18ª reunión de la Conferencia de las Partes en la CITES.

17.199 El Comité de Flora deberá examinar el informe de la Secretaría, presentado en virtud de la Decisión 17.198, e informará en consecuencia a la 18ª reunión de la Conferencia de las Partes.

17.200 Se alienta a los países consumidores y comerciantes de madera de agar a contribuir financieramente a la conservación *in situ* de poblaciones silvestres de especies que producen madera de agar en los Estados del área de distribución y a fomentar la cooperación entre programas de conservación *in situ* y la industria de fragancias para promover la conservación y el uso sostenible de especies que producen madera de agar.

CoP-18, 2019

18.203 El Comité de Flora deberá:

- a) supervisar la aplicación de la Resolución Conf. 16.10, sobre *Aplicación de la Convención a los taxa que producen madera de agar*, a fin de evaluar cualquier posible impacto en la conservación para la supervivencia a largo plazo de las especies que producen madera de agar y los posibles problemas derivados de la aplicación:
 - i) preparando un cuestionario sobre los posibles problemas de conservación en la aplicación de la Resolución Conf. 16.10, sobre Aplicación de la Convención a los taxa que producen madera de agar que se distribuirá a las Partes mediante una notificación, y analizando las respuestas recibidas;
 - ii) examinando los datos sobre el comercio disponibles; y
 - iii) analizando los datos disponibles sobre el estado de conservación de las especies que producen madera de agar; e
- b) informar sobre las conclusiones y recomendaciones a la 19ª reunión de la Conferencia de las Partes y asesorar sobre la necesidad de un estudio para evaluar con mayor detalle los impactos de la explotación, gestión y comercio de productos de madera de agar sobre la conservación de las especies que producen madera de agar en el medio silvestre.

18.204 La Secretaría prestará asistencia al Comité de Flora en la aplicación de la Decisión 18.203.

Resoluciones de la CoP de la CITES

Además de las decisiones enumeradas anteriormente, existe también una resolución de la Conferencia de las Partes (CoP) de la CITES relativa a las especies de madera de agar: Resolución Conf 16.10.² Esta resolución aborda varias cuestiones, inclusive que,

según los criterios de las normas vigentes, la madera de agar proveniente de plantaciones no se puede clasificar como producida “en un medio controlado” ni “reproducida artificialmente”. Sin embargo, después de la aprobación de esta resolución, se acordó que la madera de agar de plantaciones sí cumple estos criterios como reproducida artificialmente. La resolución también solicitaba que las Partes establecieran un sistema de registro de plantaciones y un sistema de registro de exportadores, y pedía que las Partes utilizaran el glosario de madera de agar de la CITES, aprobado por el Comité de Flora en su 20ª reunión, como una forma de estandarizar la terminología.

En un informe preparado para la CITES sobre la aplicación de la Resolución 16.10, se presentó un resumen del trabajo relativo a la madera de agar para la vigésima segunda reunión del Comité de Flora (PC-22), en 2015.³ El informe señala que el taller regional de Asia sobre la gestión de la madera de agar se celebró en 2015 en Assam (India) y que el informe de la reunión está disponible públicamente.⁴

Por otra parte, se preparó un glosario de productos de madera de agar conforme a una solicitud presentada por las Autoridades Administrativas de Kuwait y China en la CoP de la CITES, el cual se encuentra disponible en el sitio web de la CITES.⁵ Sin embargo, este glosario no resultó adecuado para todas las Partes y requiere más trabajo.

El documento COP18-Doc 65 también ofrece una actualización con respecto a la Resolución 16.10.⁶ Este documento contiene el mismo informe que se presentó al Comité de Flora, pero también incluye un informe de una reunión posterior sobre la madera de agar celebrada en 2018 en Indonesia: el “Segundo taller regional sobre la gestión de los taxones de madera de agar silvestres y plantados”. Ese taller dio lugar a un gran número de recomendaciones para la gestión de los árboles de madera de agar silvestres y plantados.⁷

2 <https://cites.org/eng/res/16/16-10.php>

3 https://cites.org/sites/default/files/document/E-Res-16-10_0.pdf

4 <http://www.itto.int/files/user/cites/outputs/Report%20of%20Asian%20Regional%20Workshop%20on%20Agarwood%20Feb.pdf>

5 https://cites.org/sites/default/files/notif/E-Notif-2016-041_0.pdf

6 <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/18/doc/E-CoP18-065.pdf>

7 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-Minute.pdf>

Deliberaciones del Comité de Flora de la CITES

En 2015, durante la vigésima segunda reunión del Comité de Flora (PC-22), se señaló que la orientación existente no abordaba las definiciones de madera de agar "reproducida artificialmente" (Resolución Conf. 16.10), injertos [Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP15)] o árboles cultivados en plantaciones de una sola especie [Resolución Conf. 10.13 (Rev. CoP15)]. También se destacó la necesidad de supervisar el progreso realizado en la aplicación de la Resolución 16.10.

A raíz de la reunión sobre la madera de agar de la CITES celebrada en Assam (India), el Comité de Flora, en su 22ª reunión, formuló las siguientes recomendaciones a las Partes:

- recopilar datos biológicos y ecológicos e información sobre la recolección ilegal;
- establecer políticas para el uso sostenible de la madera de agar reproducida artificialmente;
- organizar un taller regional para evaluar las formas de garantizar la supervivencia de las especies de madera de agar; y
- contribuir a mejorar el glosario de la madera de agar.

En su vigésima tercera reunión, celebrada en 2017, el Comité de Flora pidió que el glosario se publicara en el sitio web de la CITES.

Un año más tarde, en su vigésima cuarta reunión, el Comité de Flora pidió que la CITES enviara un cuestionario sobre el comercio de madera de agar a las Partes y que analizara los datos comerciales. El cuestionario se envió a las Partes pertinentes en 2020. Sin embargo, según se informó en la vigésima quinta reunión del Comité de Flora, la Secretaría solo recibió ocho respuestas, en las que se destacaron los siguientes puntos:

- No hay certeza en ningún país sobre el estado de las poblaciones silvestres de árboles de especies de madera de agar.
- No hay un acuerdo sobre si la "producción asistida" podría complementar los conceptos relativos a la "reproducción artificial", tal como se definen en la Resolución Conf. 16.10. Es preciso seguir debatiendo este asunto para poder resolverlo.
- Los países no disponen de un método para distinguir entre la madera de agar en bruto producida en medio silvestre y plantada, lo cual sigue siendo un problema en el comercio.
- No todos los países han establecido un sistema de registro para las exportaciones.

- No hay un acuerdo sobre si el actual glosario de productos es suficiente, debido a las distintas interpretaciones de algunas palabras y a la incertidumbre con respecto a su valor para la aplicación de la normativa.
- Distinguir el polvo consumido del no consumido es un problema en las fronteras de importación.
- Las orientaciones sobre los DENP deberían actualizarse.
- El material vegetal de madera de agar recolectado en el medio silvestre (p.ej. brinzales) puede exportarse como especímenes "reproducidos artificialmente" (código de origen "A") en virtud de las disposiciones de la Resolución Conf. 16.10. Para regular eficazmente el comercio de esos especímenes y garantizar que el material de madera de agar natural se obtiene de manera no perjudicial para las especies en el medio silvestre, puede ser más apropiado tratar y comercializar esos especímenes como derivados de la "producción asistida" (código de origen "Y"), tal como se define en la Resolución Conf. 11.11 (Rev. CoP18).

En su 24ª reunión, el Comité de Flora también tomó nota de los problemas que planteaba la aplicación de la Resolución 16.10 y pidió a la Secretaría que, basándose en las respuestas a un cuestionario, realizara un análisis de los datos comerciales disponibles, así como de los datos existentes sobre el estado de conservación, y que encargara un estudio, si fuera necesario, para evaluar cualquier posible impacto sobre la conservación de las especies.

En su 25ª reunión, el Comité de Flora recomendó considerar otras posibles revisiones de la Resolución Conf. 16.10 sobre la aplicación de la Convención para los taxones que producen madera de agar, teniendo en cuenta otras resoluciones pertinentes, incluida la Resolución Conf. 10.13 sobre la aplicación de la Convención para las especies arbóreas, según corresponda; y formular las recomendaciones apropiadas en relación con el glosario de la madera de agar y la orientación sobre los DENP para la madera de agar.

Los últimos debates del Comité de Flora sobre la madera de agar se han referido sobre todo a cuestiones de reglamentación, como la situación de las especies plantadas y silvestres y ciertos aspectos de los diversos productos, incluida la utilización de un código de origen "Y" en lugar de las disposiciones especiales para el comercio de madera de agar reproducida artificialmente. En la 25ª reunión del Comité de Flora, se señaló la necesidad de identificar los materiales procedentes del medio silvestre frente a los plantados, así como la necesidad de desarrollar capacidades y orientaciones sobre las conclusiones relativas a la adquisición legal, incluida la cadena de custodia, en relación con los especímenes de los taxones que producen madera de agar.

Anotación 14 actual de la CITES:

Todas las partes y derivados [derivados de *Aquilaria* y *Gyrinops*] [están incluidos en la CITES], excepto:

- a) las semillas y el polen;
- b) los cultivos de plántulas o de tejidos obtenidos *in vitro*, en medios sólidos o líquidos, que se transportan en envases estériles;
- c) frutos;
- d) hojas;
- e) polvo de madera de agar consumido, inclusive el polvo comprimido en todas las formas; y
- f) productos acabados envasados y preparados para el comercio al por menor; esta excepción no se aplica a las cuentas de collar, cuentas de oración o tallas.

Más recientemente, el grupo de trabajo sobre anotaciones examinó la Anotación 14 (que especifica los productos cubiertos por los listados de madera de agar) en marzo de 2022.

El grupo de trabajo había determinado previamente que, por motivos de conservación, debería mantenerse el término "polvo consumido" para diferenciarlo del polvo de madera de agar no consumido.⁸ Más recientemente, el grupo de trabajo declaró que "debería incluirse un examen más detallado de la pertinencia y las dificultades prácticas resultantes de la aplicación de la Anotación 14 en toda nueva decisión dirigida al Comité Permanente para que siga trabajando durante el intervalo entre las reuniones de la CoP-19 y la CoP-20".⁹ Se volvió a expresar preocupación porque "el polvo de madera de agar consumido puede ser difícil de aplicar al tratar de distinguirlo del polvo original [no consumido]". Sin embargo, el grupo de trabajo sobre *Aquilaria* del Comité de Flora y los expertos del Real Jardín Botánico de Kew han sugerido que el análisis de cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/MS) es una herramienta eficaz para identificar y cuantificar los materiales presentes en una muestra de madera, y que esta tecnología podría utilizarse para determinar el porcentaje de aceite dentro del polvo de madera de agar, lo que posiblemente proporcionaría una base para diferenciar el polvo consumido del polvo no consumido. También hay algunas cuestiones gramaticales relativas a la traducción del párrafo "f" de la Anotación 14 al español y al francés, relacionadas con una puntuación diferente que debe resolverse para lograr una claridad total.

Dictámenes de extracción no perjudicial

Conforme a las disposiciones de la CITES, los dictámenes de extracción no perjudicial (DENP) deben elaborarse y aprobarse antes de la exportación de cualquier especie de flora incluida en el Apéndice II. A efectos de la CITES, el término "exportación" solo se aplica al comercio de especímenes originarios del país en el que se ha realizado la extracción. El término "reexportación" se aplica al comercio de especímenes originarios de un país distinto del país exportador. En estos casos, los especímenes solo requieren un "certificado de reexportación". El "país de origen" se define como el país en el que un espécimen fue tomado de la naturaleza o reproducido artificialmente.

La CITES ha proporcionado a los Estados del área de distribución orientaciones para la elaboración de un DENP. Sin embargo, si bien existe buena información sobre los métodos, no hay un procedimiento estándar. Para establecer un cupo de exportación, un DENP debe demostrar que cualquier material exportado de una especie incluida en los listados de la CITES no perjudicará la población nativa de esa especie. En el caso de los árboles, un DENP básicamente consiste en un estudio sobre la población, el crecimiento y el aprovechamiento sostenible que proporciona información sobre cuál puede ser la corta anual permisible o posibilidad anual segura para sustentar la población silvestre en un país. Un DENP debe incluir un examen científico de la información disponible sobre el estado de la población, la distribución, la tendencia de la población, la extracción y otros factores biológicos y ecológicos, según corresponda, así como la información comercial relativa a la especie en cuestión. El caso de la madera de agar es diferente al de otras especies arbóreas incluidas en la CITES que se aprovechan por su madera, porque el producto de madera de agar se encuentra en un bajo porcentaje de árboles silvestres (las estimaciones oscilan entre el 1% y el 10% (La Frankie, 1994; Oldfield, 1998; Chhipa y Kaushik, 2017)), lo que dificulta el desarrollo de una metodología de formulación de dictámenes de extracción no perjudicial. Además, si bien la madera de agar puede extraerse de los árboles sin necesidad de talarlos, esto rara vez se hace.

En 2008, se llevó a cabo un taller en México sobre la formulación de dictámenes de extracción no perjudicial, que produjo un documento informativo.¹⁰ La CITES también ha producido otros documentos de orientación sobre la elaboración de un DENP,

8 <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/66/E-SC66-25.pdf>
 9 <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/sc/74/E-SC74-81.pdf>

10 http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/TallerNDF/taller_ndf.html

incluso para las especies de madera de agar.¹¹ Sin embargo, en la reciente CoP-18, las Partes solicitaron más ayuda sobre cómo elaborar un DENP (concentrándose específicamente en la madera de agar), con inclusión de un análisis de deficiencias, un nuevo taller y trabajos adicionales de investigación.¹² Esto indica que sigue habiendo cierta incertidumbre entre las Partes sobre cómo debe prepararse un DENP para las especies de madera de agar y sobre los datos requeridos.

La Autoridad Científica de la CITES de un país es responsable de formular los DENP para ese país. La CITES también exige a las Autoridades Científicas que supervisen las exportaciones de especímenes de especies incluidas en el Apéndice II. Para llevar a cabo el seguimiento, es importante que las Autoridades Científicas colaboren estrechamente con la Autoridad Administrativa de la CITES en el país, así como con las aduanas y con otros organismos encargados de la aplicación de la ley, para facilitar la identificación de las especies y el control de la cadena de custodia. En este contexto, es fundamental contar con un sistema efectivo de monitoreo que garantice que las exportaciones se mantienen dentro de los límites estipulados en un DENP y no resultan perjudiciales para la supervivencia de la especie en el medio natural.

A pesar de la orientación disponible, parece que la mayoría de los países carecen de capacidad, financiación, voluntad política y/o datos suficientes para elaborar un DENP. La CITES y la OIMT han intentado rectificar este problema, en parte, a través de las diversas iteraciones de su programa cooperativo sobre especies arbóreas amenazadas (actualmente administrado en la CITES en el marco del “Programa de la CITES sobre Especies Arbóreas” – ver el Recuadro 1), proporcionando financiación a algunos países, especialmente Indonesia y Malasia, con el fin de desarrollar la información necesaria para elaborar un DENP. En este contexto, los siguientes países exportadores han establecido sus DENP para la madera de agar: Indonesia (2009), Malasia (preliminares en 2008, actualizados en 2011 y 2013), Tailandia (para *A. crassna*, 2016) y la India (2021). Los DENP de la India y Tailandia no se han podido consultar para este informe, en el caso de este último porque no ha sido traducido. La República Democrática Popular Lao está actualmente en proceso de elaboración de un DENP basado en los nuevos datos del último censo. La información facilitada en el taller de la CITES de 2022 sobre la madera de agar indica que el DENP de la India contiene datos en los que se basa su cupo de exportación.

El DENP de Indonesia con fecha del 2009 proporcionaba poblaciones estimadas de *A. malaccensis* y *A. filaria* basadas en datos de 2001 a 2003, desglosados por provincia o subprovincia. Por ejemplo, la densidad de árboles se estimó en 10/ha en Kalimantan Occidental (una zona con 8,3 millones de hectáreas de bosque), lo que se traduciría en una población de 83 millones de árboles de *Aquilaria*. Sin embargo, la mayoría de los informes publicados sobre las poblaciones de árboles (incluso para Indonesia) sugieren que una densidad más normal de árboles (DAP > 10 cm) es de menos de uno o dos árboles por hectárea (p.ej. Oldfield et al. 1998; Soehartono y Newton, 2000; Chua, 2008; Blanchette et al. 2015). Por ejemplo, Soehartono y Newton (2000) indicaron una densidad de árboles de solo 1,17 + 1,09/ha para *Aquilaria* spp. en los bosques de tierras altas de Kalimantan. Estos datos sugieren posiblemente una sobreestimación bastante grande de la población en el DENP de Indonesia de 2009, si la estimación de 10 árboles/ha indicada se refiere a árboles de más de 10 cm de DAP (lo que no está claro en el anexo del documento).

Lamentablemente, el DENP de Indonesia no se ha actualizado, a pesar de un cupo de exportación muy extenso de más de 500.000 kg/año para cada uno de los 13 años transcurridos desde que se elaboró el DENP. Sin embargo, recientemente se han visto varias publicaciones de Indonesia que proporcionan datos sobre la población local, tal como se informó en el taller de la CITES sobre la madera de agar de 2022. No obstante, en ninguno de estos estudios se tomaron muestras de zonas extensas y en los informes se indicó la presencia de pocos árboles.

El DENP de Malasia (Chua, 2008) también está desfasado como herramienta de gestión contemporánea. Sin embargo, Malasia ha realizado censos de poblaciones de *Aquilaria*, el último de los cuales finalizó en 2013. Estos censos constituyen la base de un DENP y, aun cuando falta un documento actualizado, los cupos de extracción y exportación se basan en algunos datos. De hecho, el cupo de exportación de Malasia ha disminuido desde un máximo de 200.000 kg en 2015 a solo 50.000 en 2022. Además, Malasia dispone de información sobre sus recursos de plantación y ha experimentado un gran aumento de las plantaciones después de 2002 (ver el Capítulo 5). El DENP de Malasia establece las normas por las que se puede extraer la madera de agar, las tarifas requeridas, el proceso de registro de los productos y la cantidad de madera que se puede extraer.

11 <https://cites.org/eng/node/129711>, <https://cites.unia.es/cites/file.php/1/files/03.pdf>, <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/ac-pc/ac31-pc25/E-AC31-14-01-PC25-17.pdf>, <https://cites.org/sites/default/files/common/com/pc/17/X-PC17-Inf-04.pdf>, <https://cites.org/sites/default/files/common/cop/16/inf/E-CoP16i-11.pdf>

12 Decisión 18/132-134

3 Análisis de los datos comerciales de la CITES

La base de datos de la CITES

Lamentablemente, la mayoría de los gobiernos no facilitan estadísticas sobre la producción o la extracción de madera de agar. Por consiguiente, la base de datos de exportación de la CITES es la única fuente de información sobre los patrones del comercio a escala mundial. La base de datos de la CITES contiene informes de las exportaciones de especies de madera de agar registradas a nivel de género y (en algunos casos) especie, por país, año, tipo de producto y (normalmente) cantidad de cada producto. Los productos registrados incluyen: derivados, astillas, extracto, especímenes vivos, trozas, aceite, polvo, madera aserrada, especímenes, cera, tallas, madera, joyería, piezas de madera, tallos, medicinas, hojas, chapas, semillas, plantas secas, cajas, botellas y productos de madera. Las cantidades se indican en metros cúbicos (m³), gramos (g) o kilogramos (kg) para la mayoría de los productos de madera; en kg, mililitros (ml) o litros (l) para el aceite y el extracto; y en número de especímenes, gramos o kilogramos para las plantas y los tallos.

Sin embargo, un gran número de registros de la CITES no incluyen unidades para el producto exportado. Todos los países tienen algunos ítems “sin unidades”, pero la mayoría son de Malasia y, de éstos, la mayoría están registrados como existencias silvestres, lo que indica que las cantidades registradas para las existencias silvestres exportadas probablemente estén subestimadas. Además, entre 2000 y 2020, se registraron más de 236.000 kg como producto exportado pero sin país exportador conocido (registrado como XX o XY en la base de datos). En algunos casos, solo se registra el número de “piezas” exportadas. Por lo tanto, es evidente que se necesitan métodos estandarizados para informar sobre los tipos de productos y las cantidades de modo que los datos sean más precisos y más fáciles de interpretar.

Pese a estas deficiencias, la mayor parte (más del 95%) de las exportaciones incluidas en la base de datos están registradas con cantidades en m³, kg o g, lo que permite resumir esa información, determinar qué países son exportadores o importadores importantes de madera de agar, e identificar las tendencias a lo largo del tiempo (Figuras 2 a 9). Indonesia, Tailandia y Malasia son los tres principales países exportadores de producto original, mientras que varios países o regiones importan madera de agar en bruto y la refinan en productos más acabados y luego reexportan el material o lo conservan para los mercados locales.

Este último grupo incluye los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Kuwait, la PCh de Taiwán y Singapur (que tiene árboles de *Aquilaria* pero no los explota). Los principales productos exportados desde Indonesia y Malasia son astillas, polvo, madera aserrada y trozas. Los principales productos reexportados incluyen aceite, astillas, polvo y madera. El aceite es, con mucho, el producto más caro y la mayor parte del aceite lo producen (por orden de exportación) los Emiratos Árabes Unidos, Tailandia, Malasia y la India.

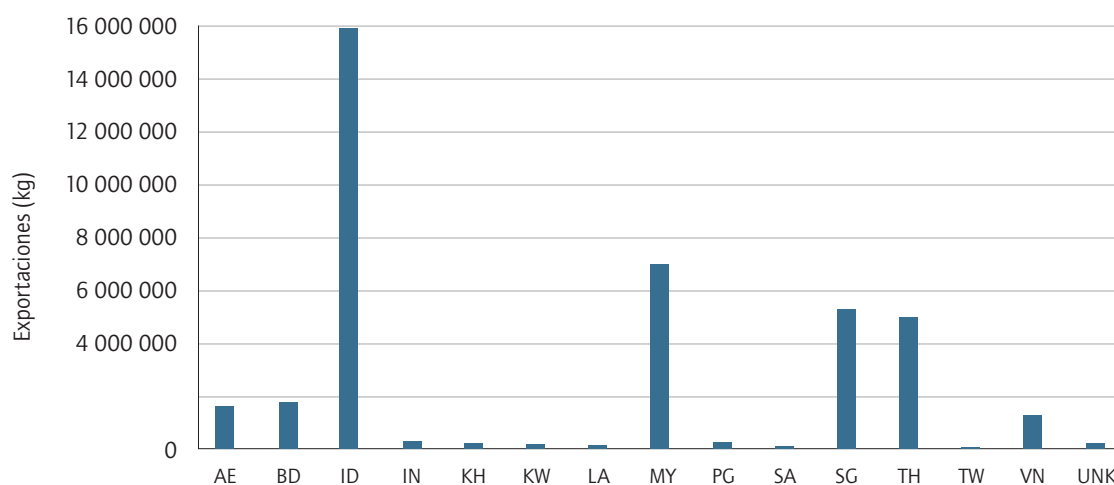
Principales exportadores

La mayor parte de la madera de *Aquilaria* se exporta desde Indonesia, Malasia y Tailandia (Figura 2), mientras que Singapur es un reexportador importante. Los recientes patrones de exportación han sido similares para Malasia e Indonesia, aunque la cantidad producida por Indonesia aumentó significativamente después de 2008 y luego volvió a caer después de 2013 (Figura 3). La cantidad excepcionalmente alta indicada para Malasia en 2017 puede deberse a un error en los registros (por ejemplo, el uso de m³ en lugar de kg para medir un cargamento). Los datos de Tailandia indican que se exportaba poca madera de agar antes de 2011, registrándose un gran aumento hasta un nivel más o menos uniforme después de 2013. El alza de las exportaciones de Tailandia corresponde a la creciente madurez de sus plantaciones relativamente jóvenes. Camboya, por su parte, exportó un total de más de 315.000 kg de madera de agar silvestre entre 1993 y 1998, y luego nada durante una década, hasta que se volvieron a registrar pequeñas cantidades a partir de 2008, excepto en 2016, cuando se exportaron 200.000 kg (Sinly et al. 2022). El mismo estudio sugiere que parte de la madera de agar de Camboya se exporta sin permisos.

El comercio de madera de agar de *Gyrinops* es considerablemente menor que el de madera de agar de *Aquilaria* (492.778 kg de *Gyrinops* frente a 19.681.624 kg de *Aquilaria* de todos los países de origen entre 2000 y 2020). Los principales países exportadores de madera de agar de *Gyrinops* son Indonesia, Papua (registrado por separado), Malasia (reexportación¹³) y Sri Lanka (Figura 4). Todos los países exportan la madera de agar de *Gyrinops* principalmente en forma de astillas. Los principales productores de aceite de especies de *Gyrinops* son Singapur y Sri Lanka.

13 No existen registros de *Gyrinops* para Malasia; estos datos posiblemente sean erróneos o, de no ser así, deben ser de reexportación (K.H. Lau, com. pers.).

Figura 2: Principales exportadores de madera de agar de *Aquilaria* spp., con total de exportaciones (de todos los tipos de productos declarados en m³, gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que exportaron un mínimo de 50.000 kg



Referencias: AE = Emiratos Árabes Unidos; BD = Bangladesh; ID = Indonesia; IN = India; KH = Camboya; KW = Kuwait, LA = República Democrática Popular Lao; MY = Malasia; PG = Papua; SA = Arabia Saudita; SG = Singapur; TH = Tailandia; TW = PCh de Taiwán; VN = Viet Nam; UNK = Sin identificar

Figura 3: Exportaciones anuales de madera de agar de *Aquilaria* spp. (de todos los tipos de productos declarados en m³, gramos o kg) provenientes de Malasia, Indonesia y Tailandia entre 2000 y 2020.

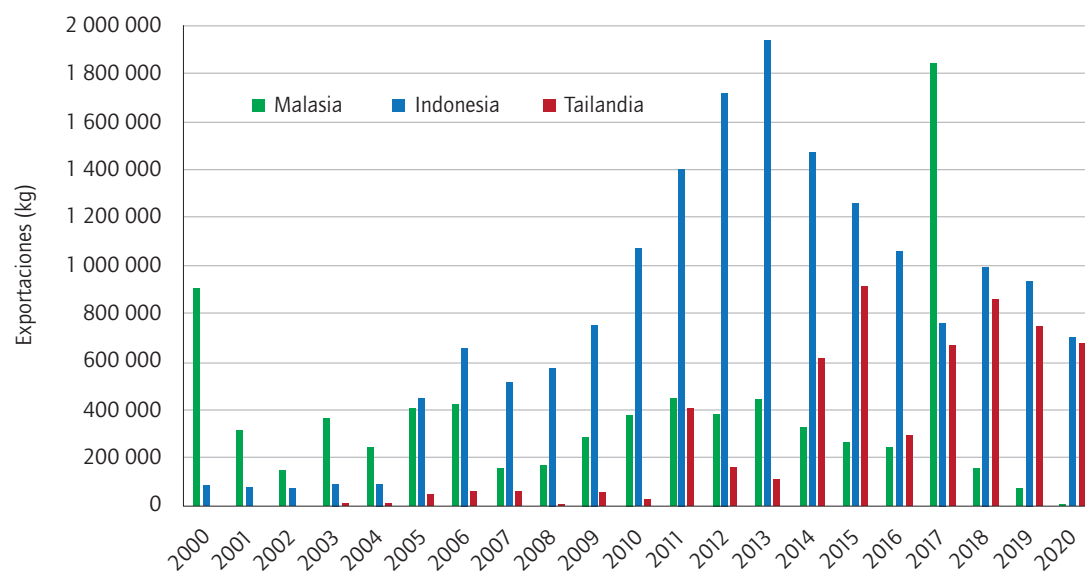
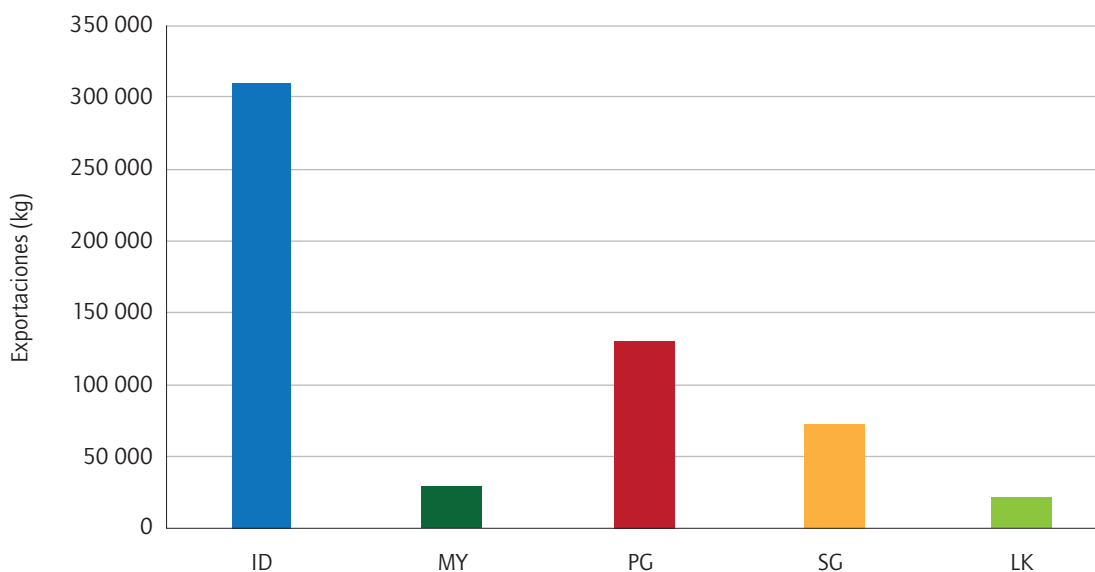
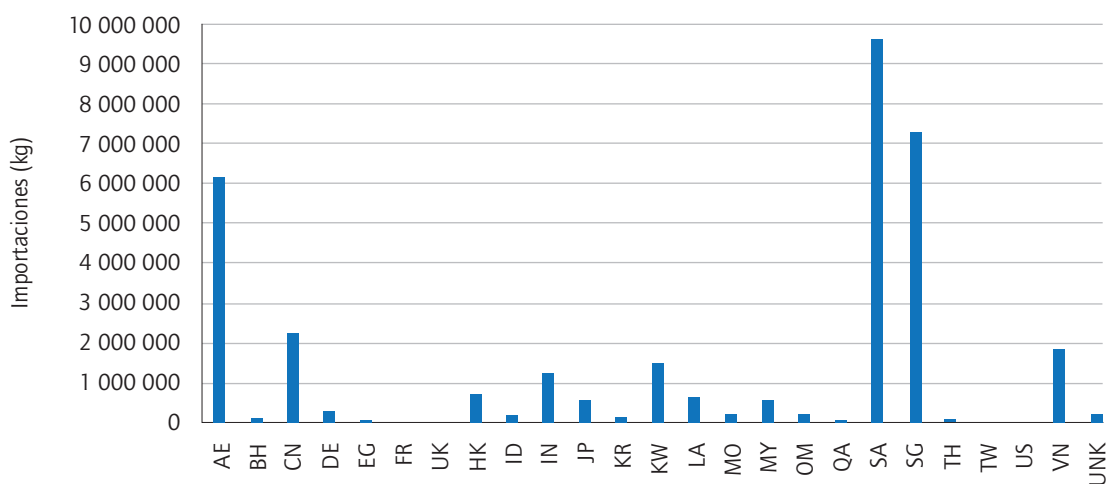


Figura 4: Principales exportadores de madera de agar de *Gynerops* spp., con total de exportaciones (de todos los tipos de productos declarados en m³, gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que exportaron un mínimo de 20.000 kg



Referencias: ID = Indonesia; MY = Malasia; PG = Papua; SG = Singapur; LK = Sri Lanka

Figura 5: Principales importadores de madera de agar de *Aquilaria* spp., con total de importaciones (de todos los tipos de productos declarados en m³, gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países que importaron un mínimo de 20.000 kg



Referencias: AE = Emiratos Árabes Unidos; BH = Bahrein; CN = China; DE = Alemania; EG = Egipto; FR = Francia; UK = Reino Unido; HK = RAE de Hong Kong, China; ID = Indonesia; IN = India; JP = Japón; KR = República de Corea; KW = Kuwait; LA = República Democrática Popular Lao; MO = Macao; MY = Malasia; OM = Omán; QA = Qatar; SA = Arabia Saudita; SG = Singapur; TH = Tailandia; TW = PCh de Taiwán; US = Estados Unidos de América; VN = Viet Nam; UNK = Sin identificar.

Nota: el valor para China está subestimado porque en varios años, se importaron grandes cantidades de "trozas" o "madera" sin registrar unidades.

Figura 6: Cantidad anual de *Aquilaria* spp. importada en Francia y el Reino Unido de 2000 a 2020, reflejando el mayor uso de la madera de agar en la industria cosmética de algunos países desarrollados

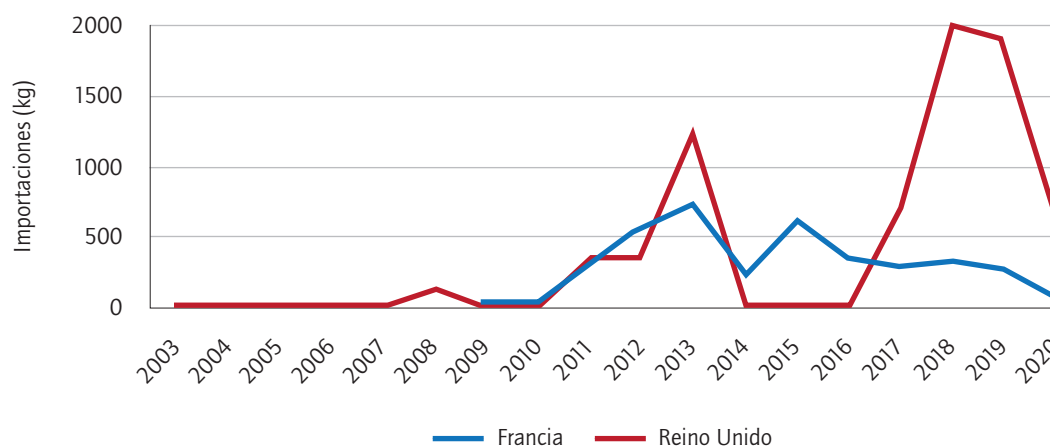
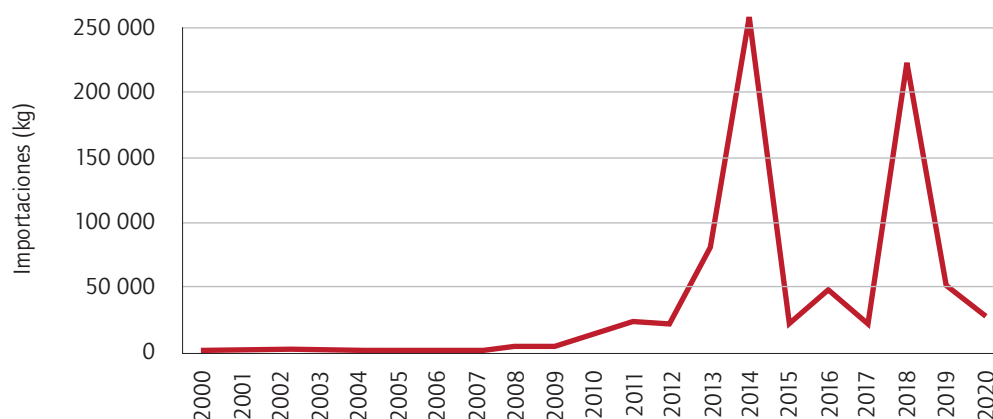


Figura 7: Cantidad de *Aquilaria* spp. importada en China continental de 2000 a 2020



Nota: los valores están subestimados para varios años en los que se importaron grandes cantidades de "trozas" o "madera" sin registrar unidades.

Principales importadores

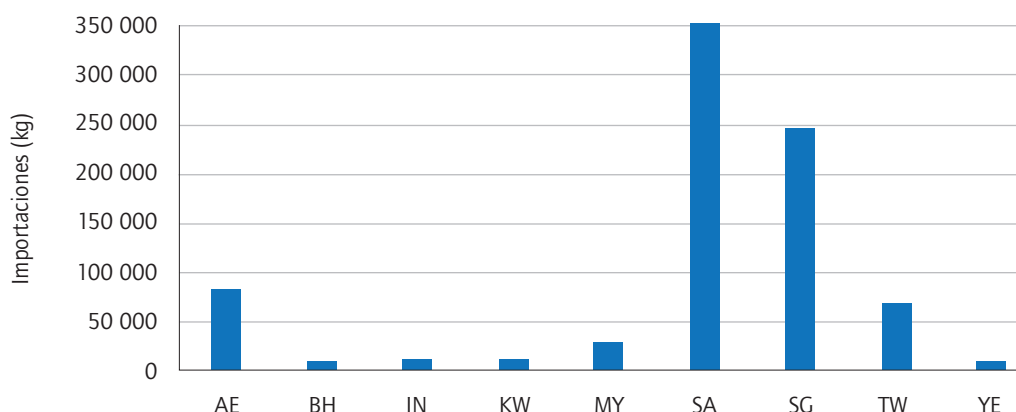
Hay muchos países importadores de madera de agar, inclusive en África, Asia, América del Norte y Europa. La lista de países se ha ampliado a medida que la industria cosmética se ha ido interesando en los aromas de madera de agar. Los principales importadores de *Aquilaria* son los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Singapur y la PCh de Taiwán (Figura 5). Si bien los países del Oriente Medio son, con mucho, el principal mercado de la madera de agar, Francia, el Reino Unido y, sobre todo, China han aumentado sus importaciones desde 2010

(Figuras 6 y 7). La madera de agar de *Gyrinops* se importa principalmente en Arabia Saudita y Singapur (Figura 8).

El auge de las plantaciones de madera de agar

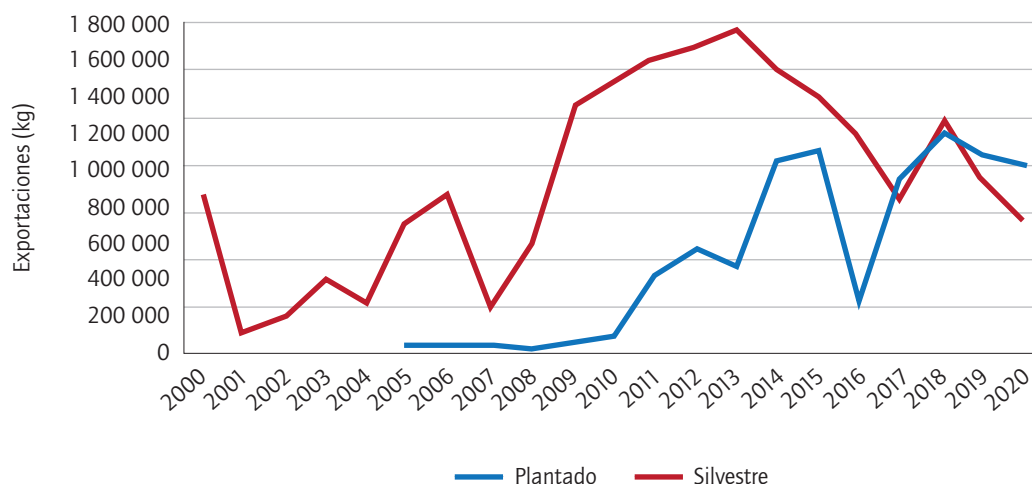
En los datos de exportación de la CITES, la proporción de madera de agar silvestre de *Aquilaria* respecto a la procedente de plantaciones ha cambiado con el tiempo (Figura 9). Hasta 2005, solo *A. malaccensis* estaba incluida en el Apéndice II y, por lo tanto, hasta entonces, todas las exportaciones registradas eran de esa especie.

Figura 8: Principales importadores de madera de agar de *Gynerops* spp., con total de importaciones (de todos los tipos de productos declarados en m³, gramos o kg) entre 2000 y 2020 para países/provincias que importaron un mínimo de 20.000 kg



Referencias: AE = Emiratos Árabes Unidos; BH = Bahrein; IN = India; KW = Kuwait; MY = Malasia; SA = Arabia Saudita; SG = Singapur; TW = PCh de Taiwán; YE = Yemen

Figura 9. Total de *Aquilaria* spp. silvestre y de plantación exportado por todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020 (incluye todos los productos declarados en m³, gramos o kg)



Tras la inclusión de todas las especies de madera de agar en 2005, se produjo un gran aumento de las exportaciones declaradas de existencias silvestres, especialmente durante el período 2008–2013, seguido de un gran descenso de las exportaciones de todos los países combinados a partir de 2014 a una tasa de alrededor de 133.000 kg/año (modelo lineal, $r^2 = 0,81$). Después de un repunte en 2018, las exportaciones de madera de agar silvestre continuaron esta tendencia decreciente. Las exportaciones de madera de agar de plantación aumentaron después de 2013 a una tasa de aproximadamente 68.000 kg/año (modelo lineal,

$r^2 = 0,70$), aunque recientemente ha habido una ligera disminución desde 2018 hasta el presente. Antes de 2005, no se declararon exportaciones de madera de agar de plantaciones. Curiosamente, hubo un fuerte descenso de la madera de agar de plantación exportada en 2016 que no se correspondió con ningún acontecimiento mundial importante, seguido de un regreso a los niveles normales en 2017. La cantidad de madera de agar de plantación finalmente superó al producto silvestre en 2017 y nuevamente en 2019 y 2020.

Hay también cierta información contradictoria sobre el material de origen silvestre y de plantación. Pasaribu et al. (2021) afirman que hasta 2020, no se había exportado madera de agar de plantación desde Indonesia, pero la base de datos de la CITES indica que se han exportado pequeñas cantidades de madera de agar de plantación desde 2013. No obstante, menos del 2% de las exportaciones de Indonesia durante 2019 y 2020 provinieron de plantaciones. Si bien Malasia también indicó que menos del 2% de sus exportaciones provinieron de plantaciones en 2019, conforme a los datos de la CITES, la mayor parte del escaso volumen de 8400 kg exportado en 2020 se produjo en plantaciones.

La base de datos de la CITES también permite un archivo de comparación, que muestra la cantidad de producto importado por un país con la cantidad del país exportador. Si bien estos datos deberían coincidir en teoría, generalmente no es así. Por último, al comparar los totales mundiales de exportaciones e importaciones de *Aquilaria*, se observa que se registraron 6.273.402 kg más de importación que de exportación en el período de 20 años, lo que indica que no se declaran como exportados alrededor de 300.000 kg al año. Del mismo modo, en el caso de la madera de agar de *Gynerops*, los datos indican que no se están registrando alrededor de 20.000 kg/año como exportados. Lim y Noorainie (2010) también ilustraron este problema al encontrar enormes diferencias entre los datos de exportación de la aduana de Malasia y los datos registrados en la base de datos de la CITES para todos los años desde 1995 hasta 2002, inclusive algunos años en los que la diferencia fue de más de 1 millón de kg de madera de agar.

Sin embargo, en general, la base de datos de la CITES para la madera de agar sigue siendo útil para ilustrar las tendencias de los principales países exportadores e importadores y también las tendencias a lo largo del tiempo en cuanto a cantidades y tipos de productos. Lamentablemente, las numerosas incoherencias en las unidades de notificación, los diferentes nombres de los productos, las exportaciones e importaciones de países sin identificar, y las diferencias notables entre las cantidades importadas y exportadas, indican que existe un alto nivel de inexactitud en el sistema de notificación. Estos problemas deben ser abordados por la CITES para mejorar la claridad de la información de estas dos especies de árboles y permitir una mejor protección de las poblaciones silvestres. Las sugerencias para mejorar la base de datos incluyen: unidades estandarizadas, tipos de productos estandarizados, informes directos de las agencias aduaneras de los países a la CITES, y una auditoría anual de los datos por parte de la CITES.

Cupos voluntarios

La CITES también mantiene una base de datos de cupos voluntarios de madera de agar presentados por las Partes. Los cupos normalmente representan la corta anual permisible (CAP) establecida por la Autoridad Científica de un país y recomendada a su Autoridad Administrativa. Tal como se señaló anteriormente, muchos países carecen de la capacidad y de los datos necesarios para elaborar un cupo significativo o un informe de DENP, lo que crea incertidumbre en la gestión de las poblaciones silvestres. Existen cupos registrados para cuatro países exportadores de madera de agar de *Aquilaria*: India (para 2022–2024, de 25.000 kg, que incluyen 1500 kg de aceite), Indonesia (para 2006–2021, de 30.000 a 178.482 kg; en 2021, los cupos eran: 101.000 kg para *A. malaccensis*, 490.010 kg para *A. filaria* y 3000 kg para *G. versteegii*); y Malasia (para 2012–2022, de 30.000–200.000 kg; en 2022, los cupos son: 50.000 kg para Malasia Peninsular y 5000 kg para Sarawak). Los cupos para la República Democrática Popular Lao se han registrado a partir de 2020 y aumentaron en 2022 para *A. crassna* a 7600 m³ de trozas, 134.000 kg de astillas, 1910 litros de aceite y 42.000 kg de polvo. Los cupos de exportación se superaron en algunos años, aunque Indonesia exportó menos de su cupo propuesto a partir de 2014, según su presentación en el taller de 2018 de la CITES sobre la madera de agar. Para el género *Gynerops*, solo se contaba con los cupos de Indonesia para los años 2008–2016, que oscilaban entre 5000 kg y 520.740 kg (esta última cifra también incluía *A. filaria*). En algunos años, los cupos se asignaron a productos específicos, pero en la mayoría de los años fueron globales. En general, a pesar de la preocupación por las poblaciones silvestres, muy pocos Estados del área de distribución han desarrollado y aplicado cupos de exportación o de extracción y los que han establecido cupos lo han hecho en ausencia de buenos datos sobre las poblaciones de estas especies.

4 Productos de madera de agar y su comercio

Derivados de la madera de agar

La madera de agar se vende en muchas formas diferentes, pero los productos de exportación en bruto más comunes son astillas, polvo, madera aserrada y trozas. Los productos de madera de agar modificados incluyen aceite, polvo consumido, medicamentos, perfumes y cosméticos, incienso (de *joss*), tallas y joyas.

Existen varios mercados destinatarios de la madera de agar, que incluyen el mercado del Oriente Medio para el aceite, astillas de alta calidad y productos de menor calidad para el incienso *bakhoor*, y el mercado asiático para los productos de incienso de alta calidad, polvo consumido utilizado para fabricar varillas de incienso, pequeños productos de madera maciza (inclusive cuentas de oración y pequeñas esculturas), y productos medicinales. Además, existe un creciente mercado en la Unión Europea, Gran Bretaña y los Estados Unidos de América para el aceite de madera de agar utilizado en cosmética y perfumería (UNCTAD, 2017).

Las fragancias de madera de agar se consideran un símbolo de un alto nivel de vida en los países árabes y del Oriente Medio, y el mercado de productos de lujo y de alta gama en esa región sigue creciendo. Indonesia ha producido algunos productos novedosos de madera de agar, entre los que se ha hecho popular la "madera mágica negra". Esta madera se produce impregnando astillas de madera (no de agar) con una mezcla de resina de madera de agar y aceite de madera de agar de baja calidad en una caldera de alta presión. La madera mágica negra (conocida en árabe como *oud sana'i*) tiene ahora un mercado en el Oriente Medio, especialmente entre los consumidores de clase media de los Emiratos Árabes Unidos. Este producto es una alternativa más barata frente a la costosa madera de agar y se vende por alrededor de USD400/kg (Turjaman, 2022).

Según la base de datos de la CITES, la mayor parte de las exportaciones declaradas son de productos de *A. malaccensis* y *A. crassna* (que en total ascienden al 66%), pero el 24% no se atribuye a ninguna especie (Figura 10). Dado que la CITES es una "convención sobre especies", el alto porcentaje de especies no identificadas es bastante decepcionante, ya que indica cierto desinterés de los exportadores por incluir información suficientemente detallada en los permisos. Las otras seis especies de *Aquilaria* solo aportan cantidades menores de la madera de agar del comercio. En el caso de *Gyrinops*, la mayor parte se atribuye a *G. versteegii* y *G. walla*, pero el 26% no está registrado por especies (Figura 11).

Figura 10: Desglose porcentual del total de exportaciones de productos de madera de agar de *Aquilaria* spp. de todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020.

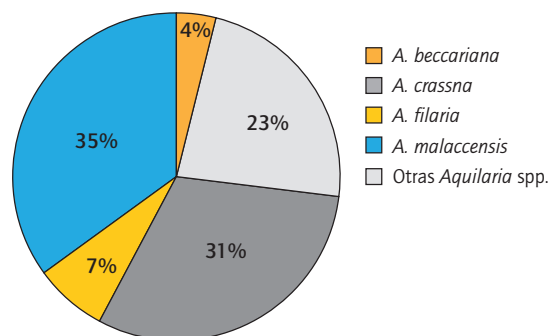
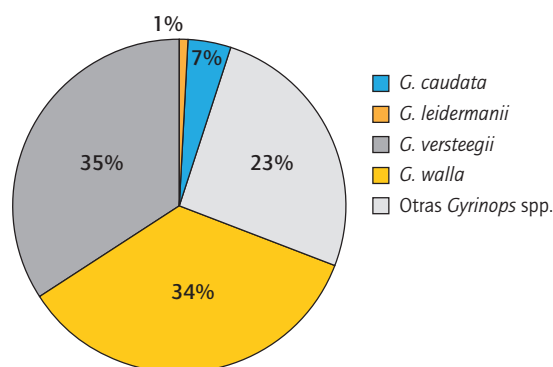


Figura 11: Desglose porcentual del total de exportaciones de productos de madera de agar de *Gyrinops* spp. de todos los Estados del área de distribución entre 2000 y 2020



Clasificación de productos

No se han determinado parámetros bioquímicos estándar para definir y clasificar la madera de agar, y la combinación de los diversos compuestos que la componen puede variar entre las distintas muestras del mismo árbol. Sin embargo, el valor o la calidad del producto de madera de agar durante mucho tiempo ha sido calificado subjetiva y comparativamente por los expertos, basándose en el color, el olor, la gravedad específica y el contenido de resina, y los precios pueden variar considerablemente para el mismo producto dependiendo de la calidad (Naziz et al. 2019). Al parecer, los expertos en madera de agar pueden incluso diferenciar los perfiles del aroma del aceite de madera de agar (conocido también como "aceite oud") de las existencias de origen silvestre provenientes de determinadas regiones. La calidad y el valor de los extractos dependen tanto de la destreza del fabricante como de la calidad de la fuente del producto.

La clasificación de la madera de agar en el mercado suele utilizar un sistema de letras (de la “A” a la “D”) combinado con términos descriptivos (como calidad superior, suprema o +/-) y/o una clasificación numérica (del 1 al 5) para distinguir la calidad. No existe una norma comúnmente aceptada, ni siquiera dentro de cada país o estado, y mucho menos en la industria. Por ejemplo, es posible encontrar madera de agar clasificada como *Super Deluxe*, *Super Double*, *Super*, *A*, o aceite clasificado como *AAA*, *AA*, *A+*, *A* y *A1* (Oud Oil Trading, 2022). Existen diferentes sistemas de clasificación en los distintos países exportadores. Por ejemplo, Malasia utiliza un sistema de 12 calidades, mientras que Indonesia emplea un sistema de 9 calidades. China ha publicado su propia guía para la clasificación de la madera de agar (Anónimo, 2017).

También se han utilizado varios métodos cuantitativos que incluyen la cromatografía de gases y la espectrofotometría de masas para distinguir entre las diversas calidades (p.ej. Wang et al. 2021). Sin embargo, la industria aún no cuenta con una norma mundial de clasificación para la madera de agar basada en indicadores cuantificables.

Extracción de aceite

Si bien la madera de agar en bruto de alta calidad se suele quemar en forma de astillas enteras por su fragancia, la de menor calidad normalmente se reserva para la extracción de aceite. Las técnicas de extracción de aceite se consideran exclusivas y a menudo están estrechamente vigiladas por los distintos fabricantes, principalmente porque las técnicas adecuadas pueden aumentar notablemente tanto la calidad como el rendimiento. Para producir un litro de aceite de madera de agar se necesitan unos 144 kg de astillas de origen silvestre, lo que hace que el aceite sea un producto muy caro (Lim et al. 2022). Algunas técnicas de extracción y el uso de material de plantación requieren incluso más madera. Por ejemplo, en Camboya, para producir un litro de aceite se necesitan 1000 kg de madera de plantación joven de *A. crassna* (Sinly et al. 2022).

La extracción de aceite suele realizarse mediante uno de los tres métodos principales: la hidrodestilación, la destilación por vapor o la extracción supercrítica con dióxido de carbono. Todos los procesos utilizan madera astillada seca que se muele hasta formar una pulpa y se hierva en un alambique. De los tres métodos, la hidrodestilación es el más antiguo y requiere más mano de obra, y consiste en remojar la madera, hervirla en agua y extraer el aceite de la superficie del agua. El rendimiento puede ser tan bajo

como del 0,1%. El vapor a presión es más rápido, pero se corre el riesgo de quemar la madera y también puede producir sustancias que pueden reducir la calidad del producto final. El uso de dióxido de carbono como disolvente es poco común pero tiene el potencial de producir mayores rendimientos, aunque el proceso también puede dar lugar a la extracción de otros derivados que pueden afectar la calidad. Actualmente, se están estudiando otras técnicas para producir mayores rendimientos y mejorar la calidad del aceite, como la extracción de líquidos sólidos, la extracción asistida por microondas, la destilación en banda giratoria, la destilación al vapor asistida con ultrasonido, la extracción con fluidos supercríticos y la hidrodestilación con asistencia ultrasónica (Lim et al. 2022).

Una vez extraído el aceite, el resto de la madera sigue conservando algunas cualidades aromáticas, y generalmente se reduce a polvo (polvo consumido) para su uso en incienso o *bakhoor* (ladrillos perfumados). El polvo también se puede prensar para hacer pequeñas estatuas, a menudo de importancia religiosa. Las calidades inferiores de la madera también pueden tallarse en objetos, como esculturas y cuentas, que conservan sus cualidades aromáticas durante años, aunque parece que la mayoría de las cuentas en circulación son de otras maderas empapadas en aceite de madera de agar (ONUDD, 2016).

Mercados y precios

La madera de agar es conocida como la madera más cara del mundo y, en 2018, las ventas mundiales de solamente astillas de madera de agar se acercaban a los 30.000–32.000 millones de USD y se prevé que alcanzarán los 64.000 millones de USD en 2029 (Persistence Market Research, 2019; Ash, 2020). Esta última predicción supone un enorme aumento respecto al valor estimado de mercado de 6000–8000 millones de USD sugerido por Akter et al. (2013) menos de una década atrás. Se estima que un 75% de las ventas de astillas de madera de agar tienen lugar en el Oriente Medio y África, Asia Oriental y el Sudeste Asiático, con precios de hasta USD 100.000/kg para la madera de agar de primera calidad (Ash, 2020).

El aceite de madera de agar también es sumamente valioso. En 2021, el precio del aceite alcanzó los USD487/tola (1 tola $\approx$ 12 ml, representando un precio de alrededor de USD40.500 por litro), lo que representó un aumento con respecto a los USD325/tola registrados en 2005 (Oud Oil Trading, 2022). Market Watch (2022) afirmó que el mercado

mundial de aceite esencial de madera de agar, utilizado en cosmética y terapéutica, estaba valorado en 131,8 millones de USD en 2019. Curiosamente, los pequeños productores y propietarios de pequeñas empresas, que se encuentran en el inicio de la cadena de valor, solo ganan entre 100 y 600 dólares estadounidenses al mes (ver el Capítulo 6).

Cada vez preocupa más que la oferta de madera de agar de origen silvestre se esté reduciendo drásticamente. El resultado podría ser unos precios aún más altos para el producto de origen silvestre en el futuro, así como la compra especulativa y la acumulación de existencias (Ensar Oud, 2011; ONUDD, 2016).

Calidad de la madera de agar de plantación frente a la silvestre

Como consecuencia de la disminución de las poblaciones silvestres de árboles productores de madera de agar, los países exportadores están recurriendo cada vez más a las plantaciones como forma de mantener su negocio de exportación y sus ingresos. Sin embargo, si bien el cultivo de las plantaciones ha sido exitoso, la madera de agar producida, en general, se considera de menor calidad que su equivalente silvestre (Tamuli et al. 2005; Bhuiyan et al. 2009; Devi, 2021).

En algunos análisis, se han encontrado diferencias en las concentraciones de aceites y compuestos aromáticos entre las muestras de madera de agar de plantaciones y las silvestres (Tamuli et al. 2005; Espinosa et al. 2014). Una posible explicación de estos resultados puede ser la rotación más rápida de la madera de agar de las plantaciones. En muchos casos, los árboles de las plantaciones se extraen apenas dos años después de la infección, proporcionando así un tiempo limitado para que los compuestos aromáticos se acumulen, mientras que los árboles silvestres pueden haber crecido durante décadas antes de ser extraídos (Mustafa et al. 2022; Hoang Giang Agarwood: www.hgagarwood.com). Por lo tanto, algunos agricultores e inversores se han vuelto reticentes a la hora de invertir en el cultivo de madera de agar. Sin embargo, se están realizando trabajos de investigación para mejorar la calidad de los productos de las plantaciones y, de hecho, la calidad de la madera de agar de las plantaciones ha mejorado en alguna medida con el transcurso del tiempo (ver el Capítulo 5).

Glosario de productos de madera de agar

En 2007, durante la CoP-14 de la CITES, se solicitó a las Partes en virtud de la Decisión 14.10 que elaboraran un manual de identificación o glosario para los productos de madera de agar. El objetivo del manual era estandarizar los nombres utilizados para presentar información sobre los distintos tipos de productos. Un grupo de coautores de Kuwait, Indonesia, China y Tailandia prepararon un documento preliminar que se entregó a la CITES en la CoP-16, y se proporcionó una versión actualizada a las Partes en la CoP-17. El glosario se encuentra disponible en el sitio web de la CITES. Sin embargo, no ha sido ratificado por todas las Partes. El Comité de Flora, en su 25ª reunión, examinó algunas propuestas de revisión del glosario, pero recomendó no realizar ninguna modificación en ese momento. No se han elaborado más versiones, por lo que el glosario aún no ha sido aceptado totalmente.

En la versión actual del glosario,¹⁴ se enumeran 21 productos, que incluyen desde partes de la planta, como hojas y semillas, hasta medicamentos y una categoría agrupada denominada "Productos acabados envasados y listos para el comercio al por menor". Sin embargo, algunas Partes de la CITES consideran que el número de productos definidos es excesivo (Malasia, por ejemplo, solo registra nueve productos) y/o les preocupa el valor del glosario para la aplicación de normativas. En concreto, se ha indicado que algunas de las definiciones son poco claras, como las de piezas de madera, astillas, trozos y bloques, mientras que algunas Partes tienen ciertas reservas en lo que respecta a la diferenciación entre el polvo consumido y el no consumido. Un buen ejemplo es la descripción de las astillas como "piezas pequeñas y medianas de madera de agar", sin definir los conceptos de "pequeña" o "mediana" en términos de un peso mínimo o máximo. Estos problemas deben resolverse para crear un glosario único de aplicación mundial, y permitir el uso de categorías coherentes en la base de datos de la CITES. Los problemas existentes indicarían que la CITES debería considerar la posibilidad de convocar a una nueva reunión del grupo de trabajo para tratar el tema del glosario, invitando a las Partes clave. El taller de validación sobre la madera de agar convocado en 2022 por el Programa de la CITES sobre Especies Arbóreas con el fin de examinar este informe proporcionó algunas orientaciones adicionales (ver las recomendaciones en el Capítulo 8).

14 Anexo del documento PC22 Doc. 17.5.3.

Figura 12: Árbol de *Aquilaria* extraído ilegalmente. Fotografía: Finca Kadoorie y Jardín Botánico, RAE de Hong Kong



Comercio ilegal y aplicación de la ley

La CITES ha incluido todas las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops* en el Apéndice II, lo que significa que los países exportadores y reexportadores deben tener un permiso de exportación de la CITES, expedido por la Autoridad Administrativa de la CITES en el país, para vender cualquier pieza de madera de agar (excepto las piezas cubiertas por la Anotación 14—ver más arriba) a un país importador. Los países importadores no están obligados a proporcionar un certificado de importación. Sin embargo, se supone que deben asegurarse de que la documentación está en orden y se corresponde con los productos en cuestión, y algunos países suministran voluntariamente a la CITES información sobre las importaciones de madera de agar.

La explotación ilegal representa la principal amenaza para las existencias silvestres restantes de especies productoras de madera de agar (ONUDD, 2016). Entre 2005 y 2014, los productos de madera de agar comprendían el 6% de los decomisos mundiales en base al valor, representando el 4% de los decomisos registrados entre 2009 y 2013, pero se redujo al 0,6% entre 2014 y 2018 (ONUDD, 2020). Los informes también indican que es probable que solo se confisque una proporción muy pequeña de producto ilegal en un año determinado. Curiosamente, la madera de agar se menciona 71 veces en el informe de la ONUDD de 2016, pero solo cinco veces en el informe de 2020, lo que sugiere que quizás se hayan reducido los controles del cumplimiento de la ley o que la cantidad de producto ilegal haya disminuido. Lamentablemente,

Figura 13: Jaula de protección para impedir que los extractores clandestinos corten los árboles de madera de agar. Fotografía: Finca Kadoorie y Jardín Botánico, RAE de Hong Kong



los informes de la ONUDD no indican la cantidad o los tipos de materiales confiscados, por lo que no hay forma de determinar si una posible disminución de la madera de agar ilegal, como se sugiere, fue una reducción real del producto confiscado, un aumento relativo de otros productos confiscados, una reducción de los esfuerzos de aplicación de la ley o un aumento del valor de algunos de los otros productos declarados. Los datos de la ONUDD indican que la mayoría de los decomisos se produjeron entre 2007 y 2011, y en el informe de la ONUDD de 2020 se incluyó muy poca información sobre los productos decomisados de madera de agar. La CITES recibe anualmente informes sobre decomisos de productos ilegales de la mayoría de los países, pero esos datos son confidenciales, por lo que no fue posible corroborar la información de la ONUDD para este estudio.

La ONUDD indicó que los productos ilegales de madera de agar se blanquean en gran medida a través de las operaciones de las plantaciones, sin que se pueda seguir la cadena de custodia, y Lim et al. (2022) coincidieron en ello. Desde ese informe (2016), algunos países, como Tailandia, han exigido que se registren todos los productos de madera de agar y declararon ilegal la adquisición de productos de origen desconocido, de modo que se pueda seguir la cadena

de custodia. Se informó que la mayor parte de los productos ilegales de madera de agar confiscados se enviaban desde Malasia, Indonesia y la India con destino a Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Bahrén y Japón (ONUDD, 2016).

La explotación ilegal de madera de agar sigue teniendo lugar en toda Malasia Peninsular, Sabah y Sarawak. Los investigadores de Malasia descubrieron que, entre 2011 y 2015, se perdió más del 25% de los árboles de *Aquilaria* en dos zonas de control, de los cuales el 85% fueron extraídos ilegalmente (Chua et al. 2016). Esta extracción la llevan a cabo tanto operadores locales como extranjeros. Los datos de Malasia Peninsular mostraron que, en 2019, se registraron 46 arrestos por extracción ilegal de especies productoras de madera de agar, pero ninguno durante los últimos dos años, aunque se produjeron tres arrestos en Sabah en 2021 (Lim et al. 2022).

Además, algunos malasios han participado en la extracción de madera de agar en países vecinos. En particular, Lim et al. (2022) informaron que grupos malasios entraban en Brunei Darussalam desde Sarawak para extraer madera de agar y luego pasarla de contrabando a Malasia para su exportación. Desde 2010, el Gobierno de Brunei Darussalam ha contratado a indígenas locales para que ayuden a controlar el cumplimiento de la ley realizando patrullas en la selva, especialmente para frenar la extracción de recolectores clandestinos de Malasia.

Indonesia presenta datos globales sobre arrestos y decomisos relacionados con especies amenazadas, pero no comunica públicamente datos específicos sobre la madera de agar. Los datos muestran un número de arrestos ligeramente creciente pero reducido (un promedio de 58 por año) entre 2015 y 2021 (Turjaman, 2022).

Una presentación de Myanmar en el taller de la CITES de 2022 mostró un total de exportaciones de madera de agar legal de solo 516 kg durante los últimos tres años, a pesar de que el país tiene alrededor de 300 hectáreas de plantaciones. Esto indicaría que una cantidad considerable de madera de agar está saliendo del país por medios desconocidos. Los datos de Camboya también sugieren una situación similar.

Los países importadores tienen un importante papel que desempeñar a la hora de detectar y prohibir el comercio de madera de agar ilegal y de fomentar el abastecimiento de productos de madera de agar rastreables y legales. Sin embargo, se trata de un problema complejo y requiere que los funcionarios de aduanas estén capacitados en la identificación de los productos de madera de agar y conozcan cabalmente los requisitos de importación.

Los medios de comunicación informan con regularidad acerca de ejemplos de extracción ilegal, entre los que se incluyen los siguientes casos recientes (procedentes de informes periodísticos publicados a menos que se indique lo contrario):

- En Malasia Peninsular, en 2020, la policía hizo una redada y detuvo una operación ilegal de aceite de madera de agar, confiscando madera de agar por valor de USD500.000.
- En Sri Lanka, en 2015 y 2016, se confiscaron 89.212 kg de astillas de madera de agar que recolectores clandestinos intentaban exportar ilegalmente a la India, Sudáfrica y los Emiratos Árabes Unidos. El punto focal de la CITES en Sri Lanka señaló que, si bien la *G. walla* está incluida en la reciente ley de especies amenazadas, la extracción ilegal y el desmonte de tierras han hecho que la población registrada en 2022 sea muy baja.
- En la Región Administrativa Especial (RAE) de Hong Kong (China), se notificaron más de 100 casos de tala ilegal cada año durante 2014 y 2015, aunque esa tasa se redujo a la mitad en 2016–2018, posiblemente como resultado de un mayor control de la ley (Anón. 2018). También en China, Chen et al. (2019) informaron de 690 casos de tala ilegal entre 2010 y 2018.
- En Filipinas, ha habido varios informes de decomisos de madera de agar silvestre, que varían en tamaño de 17 a 73 kg, y que suman al menos 145 kg, entre 2018 y 2021.
- En Mumbai, India, se confiscaron 525 kg de madera de agar ilegal, obtenida en Assam y destinada al Oriente Medio, durante un período de siete meses en 2018.
- En el taller de la CITES de 2018 sobre la madera de agar, Myanmar informó que si bien era ilegal exportar madera de agar silvestre o madera de agar de origen incierto, se exportaba ilegalmente mucha madera a la India, China y Tailandia. La presentación demostró que la aplicación de la CITES no era una prioridad para el Departamento Forestal de Myanmar.
- En Brunei Darussalam, las autoridades ahora están desplegando drones para vigilar la extracción ilegal de madera de agar, después de haber perdido muchos árboles en los últimos años a manos de madereros extranjeros ilegales.

Todos estos ejemplos sugieren que el comercio ilegal de madera de agar sigue muy presente. Dado el elevado precio actual de este producto, la extracción y comercio ilegal de madera de agar muy probablemente continúe en el futuro.

Trazabilidad y rastreo de madera: distinción entre diversas especies de madera de agar y diversos países de origen

La tecnología de códigos de barras de ADN se ha convertido en una nueva herramienta para identificar árboles a nivel de especie, y puede contribuir al seguimiento del comercio de madera y a la aplicación de las leyes de conservación (Jiao et al. 2020). El método de códigos de barras de ADN se utilizó con éxito en varios estudios para identificar las distintas especies de *Aquilaria* (p.ej. Lee et al. 2016; Thitikornpong, 2018; Pern et al. 2020; Tanaka e Ito, 2020; Lee et al. 2022). Por ejemplo, Lee et al. (2016) pudieron distinguir entre las especies de *Aquilaria* a partir de muestras de madera, así como entre los géneros *Aquilaria*, *Gyrinops* y *Gonystylus*. Además, este mismo estudio descubrió que el método permitía identificar también el país de origen de varios productos. Pern et al. (2020) pudieron diferenciar la *A. beccariana* de Malasia Peninsular y los árboles de la misma especie de Borneo utilizando el método de códigos de barras de ADN. Si bien pudieron distinguir de forma similar la *A. beccariana* de otras especies, el nivel de distinción debe mejorarse con más investigaciones sobre otros marcadores genéticos. Los estudios han indicado también el potencial de este método para garantizar el control de calidad de los productos medicinales de madera de agar.

Los códigos de barras de ADN son uno de los diversos métodos y tecnologías en uso o en desarrollo para identificar y rastrear las maderas y muestras de madera. Entre otros, se incluyen los estudios de la anatomía de la madera, códigos de barras de los árboles, DART-TOFMS (ionización en tiempo real acoplada a la espectrometría de masas por tiempo de vuelo), evaluación isotópica y de ADN de los productos de la madera, documentación impresa de la cadena de custodia (a veces con códigos de barras), cromatografía de gases, espectrofotometría de masas, y detección de coloración infrarroja. Estos métodos pueden aplicarse en cualquier punto de la cadena de suministro de los productos para verificar el origen, pero todos requieren la creación de bases de datos a fin de establecer los puntos de referencia necesarios para verificar una muestra. Los sistemas de trazabilidad deben ser un requisito legislativo y se deben incorporar a las estructuras y sistemas de gestión existentes (Seidel et al. 2012).

En el trabajo posterior de Lee et al. (2022), se desarrollaron bases de datos de ADN de *A. malaccensis* como herramientas de trazabilidad a nivel de especie, población e individuo para su uso en investigaciones

forenses y para la certificación de la cadena de custodia. Dos marcadores de ADN y algunos marcadores de ARNr permitieron distinguir entre *A. malaccensis*, *A. hirta*, *A. microcarpa*, *A. beccariana*, *A. crassna*, *A. sinensis* y *A. rostrata*. La evaluación incluía dos estudios de casos que ilustraban cómo las bases de datos de ADN permitían rastrear las muestras de *A. malaccensis* hasta la población de origen de Malasia e incluso hasta el tocón del árbol del que procedía la muestra. Sin embargo, los autores señalaron que si bien las bases de datos están listas para su uso en el control de la ley, el éxito de su implementación requerirá un marco normativo adecuado y dependerá de la colaboración entre los organismos de control, los gobiernos, la empresa privada, las organizaciones de certificación de maderas y los miembros de la comunidad para permitir la gestión sostenible de la madera de agar. En el caso de Malasia, el costo del análisis de muestras para el seguimiento de la madera de agar y la verificación del origen geográfico es de alrededor de USD440 por muestra, con una entrega de resultados en un plazo de 14 días hábiles (S.L. Lee, com. pers.).

Diferenciación entre la madera de agar y otras maderas

El proyecto “InsideWood”¹⁵ proporciona una base de datos en la que se pueden buscar las características anatómicas medidas a partir de una muestra de madera para identificar las especies. *Aquilaria* y *Gyrinops* se pueden distinguir fácilmente de los árboles de otros géneros (inclusive árboles aromáticos) en base a unas pocas características. Sin embargo, no son fáciles de diferenciar a nivel de especies (Gasson, 2011).

En la madera de agar, se han encontrado más de 150 compuestos que le confieren propiedades aromáticas y medicinales. Los principales componentes fitoquímicos son mezclas de sesquiterpenos y cromonas de 2-(2-feniletilo) (PEC). Otros compuestos predominantes incluyen: agarofuranos, cadinanos, eudesmanos (y selinanos), valencanos, eremofilanos, guaianes, prezanos y vetispiranos, junto a componentes menores como benceno, tolueno y naftaleno (Naef 2011; Chen et al. 2012; Subasinghe y Hettiarachchi, 2015; Naziz et al. 2019).

Lancaster y Espinosa (2012) probaron tres especies de *Aquilaria* (*A. crassna*, *A. sinensis* y *A. malaccensis*) frente a otros 25 géneros de maderas aromáticas,¹⁶ utilizando un espectrofotómetro de masas

15 <https://insidewood.lib.ncsu.edu/welcome>

16 Inclusive: *Abies*, *Boswellia*, *Caesalpinia*, *Caryocar*, *Cedrela*, *Dalbergia*, *Iranthera*, *Licaria*, *Machaerium*, *Phoebe*, *Pterocarpus*, *Schefflera*, *Scleronema*, *Swartzia*, *Swietenia* y *Santalum*.

(específicamente DART-TOFMS) para determinar si las maderas de agar podían diferenciarse. La prueba incluyó muestras de astillas de madera, aserrín, incienso y líquidos. Los resultados indicaron que los criterios fiables para inferir la madera de agar eran la presencia de ciertos iones diagnósticos (específicamente m/z 319.118 ó 349.129), además de 10 o más iones característicos de las cromonas de 2-(2-feniletilo). Ninguna de las otras 25 maderas analizadas presentaba estas características. Sin embargo, es necesario realizar más investigación para confirmar estos resultados utilizando madera de agar de diferentes países, así como madera de agar de plantaciones (Deep y Tajudin, 2019).

El código de barras de ADN también puede utilizarse para identificar especies arbóreas (Degen y Sebbenn 2014; Jiao et al. 2014; Lee et al. 2022). En Malasia, la identificación o autenticación de *Aquilaria* a nivel de especies cuesta USD300 por muestra, con entrega de resultados en un plazo de siete días hábiles (S.L. Lee, com. pers.).

Diferenciación entre la madera de agar de plantación y de origen silvestre

Entre los problemas de aplicación de los controles de la CITES en los países se incluyen la incapacidad de diferenciar la madera de agar silvestre de la reproducida artificialmente, y el desconocimiento de los pequeños productores sobre los procedimientos para cumplir con la normativa del comercio de madera de agar. A los países productores de madera de agar les interesa especialmente poder exportar productos procedentes de plantaciones que puedan ser gestionadas de forma sostenible, en contraposición a los árboles silvestres que están en peligro de extinción y, por lo tanto, no deberían utilizarse para los productos exportados. Si bien algunos países han instituido sistemas de registro que permiten identificar los productos y seguir la cadena de custodia, continúa existiendo la percepción de que la madera silvestre, por lo general extraída ilegalmente, se incluye en algunos envíos de madera de plantaciones (ONUDD, 2016).

Espinosa et al. (2014) lograron distinguir entre productos de madera de agar de plantación y de origen silvestre del género *Aquilaria* (*A. crassna*, *A. beccariana* y *A. sinensis*) utilizando un análisis DART-TOFMS de muestras emparejadas de plantación y silvestres obtenidas de cuatro países (Tailandia, Viet Nam, Malasia y China). Los análisis mostraron que había concentraciones de grupos de iones específicos que diferían entre las muestras cultivadas y las silvestres, independientemente del país de origen. Al mismo tiempo, los iones que diferencian la madera de agar silvestre de la de plantación difieren en su mayoría entre los países, lo que indica que, en muchos casos,

también se puede determinar el país de origen. Si bien el método requiere un equipo específico y un análisis estadístico, tuvo éxito en el 85% de los casos analizados. Es probable que los casos de clasificación incorrecta se hayan debido a un bajo contenido de resina en las muestras analizadas. Tal como se mencionó anteriormente, existen pruebas de que la madera de agar procedente de plantaciones es de calidad inferior a la procedente de plantas silvestres (p.ej. Tamuli et al. 2005; Bhuiyan et al. 2009), por lo que no debería sorprender el hecho de que sea posible distinguir entre los productos basándose en un análisis de los componentes que producen el aroma.

Zhang et al. (2014) examinaron la composición química del aceite de madera de agar de *A. sinensis* extraído de árboles sanos, de madera de agar silvestre y de madera de agar de plantaciones (infectada por el hongo *Lasiodiplodia theobromae*). Descubrieron que las composiciones del aceite esencial de los árboles inoculados y de los silvestres eran similares, pero que los sesquiterpenos presentes en la madera de agar silvestre (como espatulenol, elemol, agarospirol, corimbolona y cicloisolongifoleno) estaban ausentes en las muestras inoculadas por el hongo. En un estudio similar, en el que se compararon los aceites de madera de agar de *A. sinensis* silvestre e inducida químicamente, Chen et al. (2011) registraron varias diferencias notables en la composición de sesquiterpenos y aromáticos, inclusive bencilacetona, γ -eudesmol, eudesm-7(11)-en-4 α -ol, α -Copaen-11-ol y baimuxinal. Por otra parte, Yang et al. (2021) pudieron distinguir la madera de agar de *A. sinensis* silvestre y cultivada basándose en los sesquiterpenos y las cromonas de 2-(2-feniletilo) con cromatografía de gases-espectrofotometría de masas. Estos estudios proporcionan un fuerte indicio de que la madera de agar de origen silvestre y de plantación podría separarse por sus componentes químicos. El inconveniente es que las pruebas requieren un laboratorio con equipo especializado y técnicos debidamente capacitados.

Wang et al. (2020) utilizaron marcadores genéticos para contrastar la madera de agar declarada como material silvestre (extraída ilegalmente por recolectores clandestinos) con el material de las plantaciones de *A. sinensis*. No fue posible distinguir entre las dos fuentes de madera, lo que sugiere que la madera ilegal había sido, de hecho, robada de las plantaciones. Sin embargo, esto implica que con el uso de marcadores genéticos apropiados es posible distinguir la madera de agar de *A. sinensis* silvestre de la plantada. Del mismo modo, Shen et al. (2019)¹⁷ pudieron distinguir *A. sinensis* de diferentes regiones de China utilizando métodos de código de barras de ADN.

17 Gran parte de la investigación sobre *A. sinensis* (aunque no toda) se publica en revistas no convencionales (p.ej. *African Journal of Biotechnology*) y no está sujeta a una rigurosa revisión colegiada.

5 Análisis de los árboles productores de madera de agar en pie

Para facilitar la elaboración de este informe, se envió un cuestionario (ver el Apéndice) sobre las poblaciones y la gestión de los árboles de madera de agar a las autoridades pertinentes de los siguientes países: India, Indonesia, Malasia, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, Camboya, Viet Nam, China, Singapur, la República Democrática Popular Lao y Papua (este último a través de la Asociación Indonesia de Madera de Agar). Los países seleccionados eran los principales exportadores de los Estados del área de distribución, o aquellos con territorios incluidos totalmente dentro de la zona de distribución de *Aquilaria* pero cuyos datos de exportación de la CITES no eran claros. Se obtuvieron respuestas de: Indonesia, Malasia, India, Camboya, Tailandia, la República Democrática Popular Lao, China, Viet Nam y Sri Lanka. A pesar de los correos electrónicos de seguimiento y de una solicitud directa de información enviada por la Secretaría de la CITES, Bangladesh, Myanmar y Papua no respondieron. Singapur respondió que solo reexporta productos de madera de agar, aunque tiene algo de *Aquilaria* en sus bosques remanentes. La CITES también distribuyó un cuestionario sobre la madera de agar en 2020 y solo recibió respuestas de cuatro países: Bhután, China, Camboya y Tailandia.

En el medio silvestre, los árboles de *Aquilaria* y *Gyrinops* tienen una baja densidad (hasta 2 por hectárea) y muy pocos árboles producen madera de agar, con estimaciones que oscilan entre el 1% y el 10% de todos los árboles silvestres (Oldfield et al. 1998; Soehartono y Newton, 2000; Blanchette et al. 2015). Un censo de árboles de *A. crassna* talados ilegalmente en el norte de la República Democrática Popular Lao mostró una densidad de 2,2 árboles/ha (Jensen y Meilby, 2012), que es alta si se tiene en cuenta que los árboles talados debían tener al menos 10 cm de DAP, lo que significa que los fustes más pequeños no se incluyeron en la estimación.

En lo que respecta a las poblaciones, algunos países han presentado un número estimado de árboles, mientras que otros solo han estimado la superficie de las plantaciones (Cuadro 2). Los árboles se notifican en una o varias categorías: plantación, silvestre, huerto doméstico o parcelas de investigación y, en algunos casos, no se sabe con certeza si las cifras se refieren solo a la población de las plantaciones o representan una estimación combinada de los árboles silvestres más los de las plantaciones y los huertos domésticos. Para la mayoría de los países, sigue existiendo una gran incertidumbre sobre el estado de la población

silvestre o de la población plantada (o la superficie plantada), y en algunos casos se trata de estimaciones muy diferentes basadas en las distintas fuentes de datos, a veces comunicadas con pocos años de diferencia (p.ej. Bhután, China, Nepal) (Cuadro 2).

En 2017, se informó que la población de *A. sinensis* en China ascendía a 70.442 árboles de 20 a 30 años en Guangdong, 59.888 de 2 a 30 años en Hainan, y 2 árboles de más de 40 años en Guangxi, quedando 300 árboles dispersos en la RAE de Hong Kong (Li 2014 en Chen et al. 2019; Anón. 2018) como resultado del aumento de las medidas de protección (Figuras 12 y 13).

Sin embargo, existe cierta incertidumbre sobre la población de las plantaciones en China, con una diferencia de 50 millones de árboles basada en las dos fuentes de datos (Cuadro 2). Las cifras más recientes indicadas para China, basadas en el cuestionario de este estudio, sugieren al menos 30 millones de árboles plantados solo en las provincias de Guangdong y Hainan.

Del mismo modo, Viet Nam respondió con una estimación de 20.000–30.000 ha de plantaciones a un cuestionario de la CITES en 2020, pero para este estudio indicó una superficie de 16.000 ha, mientras que en 2018 declaró tener 18.000 ha.

Lok y Zuhaidi (2019) informaron de la existencia de 24.000 ha de plantaciones en Malasia, una cifra que difiere considerablemente de la comunicada por Azren et al. (2018) (Cuadro 2). El sitio web de la CITES de Malasia declaró que el Departamento Forestal del Estado y las empresas de plantaciones privadas habían plantado 1.571.000 árboles de *Aquilaria* en Malasia en 2017. El último censo de árboles silvestres en Malasia (2011–2013) informó de más de 1 millón de fustes (Cuadro 2), con un área basal de 0,627 millones de m³ (Lim et al. 2022).

Indonesia no ha realizado un censo completo de sus poblaciones de especies de árboles de madera de agar silvestres ni de la superficie de las plantaciones (Turjaman, 2022). Los datos previos de Indonesia sugieren que *A. malaccensis* está probablemente restringida a las islas de Sumatra (con una densidad de árboles estimada en alrededor de 0,4/ha) y Borneo (Kalimantan Oriental y Occidental, con una densidad de árboles de aproximadamente 1/ha) (Soehartono, 1999; Soehartono y Newton, 2000; Partomihardjo y Semiadi, 2006). Soehartono y Mardiasuti (1997) consideraron que la especie estaba prácticamente

Cuadro 2. Estimaciones de las poblaciones de árboles de madera de agar (principalmente *Aquilaria* spp.)
 (fuentes: presentaciones nacionales en los talleres de la CITES sobre madera de agar en 2015 y 2018, ONUDD (2016), cuestionarios para la CITES (2020) y este estudio, y base de datos de exportación de la CITES)

País	Población o ha (talleres de la CITES en 2015, 2018)	Población o ha (ONUDD, 2016)	Población o ha (Azren et al. 2018)	Población o ha (cuestionarios para este estudio*** o la CITES)	Exportaciones (total en kg 2016–2020) (base de datos de la CITES)
Bangladesh**	6000 ha de plantaciones	6000 ha de plantaciones gubernamentales	>800 000 árboles	5000 ha de plantaciones gubernamentales y 250.000 ha privadas; más 1 millón de plántulas provistas para huertos familiares	1 059 191
Bhután	15 000 árboles en viveros, 2487 en plantaciones, 2443 en huertos familiares, 827 en establecimientos de investigación, 2341 árboles silvestres (total: 24 000)	Alrededor de 23 000 árboles en plantaciones	20 000 árboles	8,6 ha en plantaciones (CITES) > 100 000 plántulas plantadas	0,3
Camboya**				60 árboles en huertos familiares (CITES) >1 millón de árboles en plantaciones (80% <i>A. crassna</i> , 20% <i>A. malaccensis</i>). No hay estimaciones de poblaciones silvestres	200 265
China	130 684 árboles silvestres, 73,8 millones de árboles en 24 607 ha de plantaciones*	Alrededor de 130 000 árboles silvestres	20 millones de árboles en 5300 ha plantadas	21 767 ha de plantaciones en Hainan y Guangdong, con >30 millones de árboles	176
India**	10,5 a 11,5 millones de árboles en plantaciones	Alrededor de 10 millones de árboles en plantaciones	10 millones de árboles en plantaciones	10 millones en plantaciones, más un número desconocido de plantaciones pertenecientes a empresas (99% <i>A. malaccensis</i> , <1% <i>A. khasiana</i>). Población silvestre estimada: 387 576 árboles forestales, más otros 277 639 fuera de bosques	149 096
Indonesia	3,12 millones de árboles en plantaciones	3,5 millones de árboles en plantaciones	3,4 millones de plántulas plantadas	No hay estimaciones de poblaciones silvestres. 3,5 millones de árboles en huertos familiares y plantaciones	4 460 835

Cuadro 2 (continuación)

País	Población o ha (talleres de la CITES en 2015, 2018)	Población o ha (ONUDD, 2016)	Población o ha (Azren et al. 2018)	Población o ha (cuestionarios para este estudio*** o la CITES)	Exportaciones (total en kg 2016–2020) (base de datos de la CITES)
República Democrática Popular Lao				Al menos 950 árboles silvestres, y 6600 ha de plantaciones (estimación parcial, no hay datos para las zonas del sur)	40 697
Malasia	1 352 200 árboles	1 millón de árboles en plantaciones	1,2 millones de árboles plantados en 1300 ha	1,11 millones de árboles silvestres (último censo en 2013) 1 571 100 árboles en 2500 ha de plantaciones (en 2014) principalmente <i>A. malaccensis</i>	2 321 107
Myanmar	34 475 árboles en huertos familiares; 680 ha en plantaciones. Se planea plantar 2 millones de árboles	34 475 árboles en huertos familiares; 680 ha en plantaciones	35 000 árboles	864 ha de plantaciones; 2458 ha de plantaciones de especies mixtas	516
Nepal	500 000 plántulas plantadas (hasta 2018); 600 árboles maduros		<1000 en huertos familiares	83 000 plántulas plantadas en los últimos 4 años	0
Papua, Indonesia				No hay datos disponibles	281 749
Tailandia**				219 ha en huertos familiares; 1111 ha en plantaciones; 1378 ha en plantaciones de especies mixtas (CITES). 1825 ha con especies mixtas; 576 ha de empresas, particulares y comunidades; 99% <i>A. crassna</i> , <1% <i>A. malaccensis</i> . No hay datos sobre poblaciones silvestres	3 257 595
Sri Lanka				No hay datos disponibles	20 519
Viet Nam**	18 000 ha de plantaciones	1 millón en huertos familiares; 18 000 ha de plantaciones	1 millón de árboles	20 000–30 000 ha de plantaciones, principalmente <i>A. crassna</i> ; "millones" en huertos familiares (CITES) 16 000 ha de plantaciones	567 548

* Datos de una presentación nacional en un taller de la CITES en 2018. Las cifras presentadas en el taller de 2015 eran de 130 000 árboles y 6700 ha de plantaciones.

** Estos países solo exportan productos de madera de agar procedentes de plantaciones y huertos familiares.

*** Algunas cifras se presentaron en el taller de la CITES sobre la madera de agar en 2022.

extinguida en Kalimantan Occidental y se observó que las poblaciones estaban empobrecidas en zonas de Sumatra, incluyendo el norte de Bengkulu, Siberut (Islas Mentawai)¹⁸ y Kalimantan Oriental¹⁹. Un censo de *G. versteegii* en el Borneo indonesio sugirió una población silvestre de solo 2500 árboles remanentes (Sutomo et al. 2021). Turjaman y Hidayat (2017) informaron acerca de un estudio de árboles de madera de agar plantados en Indonesia (Cuadro 2). Las especies más comúnmente plantadas eran *A. malaccensis*, seguida de *A. crassna*, *A. microcarpa* y *Gyrinops versteegii*. Turjaman (2022) señaló que el hábitat de los árboles silvestres productores de madera de agar está disminuyendo en Indonesia debido a los incendios forestales, la conversión de tierras en plantaciones de palma aceitera, la minería de carbón y otros emprendimientos.

La República Democrática Popular Lao está en proceso de realizar un censo nacional de sus plantaciones de *Aquilaria*. Si bien ya ha informado de la existencia de aproximadamente 6600 ha de plantaciones privadas, hay también muchos huertos familiares, plantaciones gubernamentales y algunas grandes plantaciones de empresas, cuyas superficies se están determinando actualmente. Las plantaciones son principalmente de *A. crassna*, *A. sinensis* y *A. yunnanensis* en rodales mixtos. Las poblaciones silvestres de árboles de más de 10 cm de DAP se han determinado sobre todo en zonas protegidas, y suman al menos 950 árboles, principalmente de *A. crassna* y *A. baillonii*, con unos pocos especímenes de *A. yunnanensis*.

La reciente información de la India sugiere que hay al menos 10 millones de árboles plantados y otros 650.000 árboles silvestres (presentación de la India en la reunión de la CITES convocada para examinar este informe en 2022). La India informó de un número idéntico de árboles de plantaciones en 2015 y estos datos se utilizaron para establecer cupos para la extracción de madera de agar y su posible exportación. Las plantaciones en la India son todas de *A. malaccensis* y no hay ninguna otra especie registrada para cultivo. No se dispone de datos certeros sobre las poblaciones de las otras especies silvestres de la India, *A. khasiana* y *A. macrophylla*, en el medio natural. Las plantaciones indias son propiedad del gobierno, de particulares o de empresas, y hay un gran número de árboles sin contabilizar mantenidos por familias en huertos domésticos en todo el estado de Assam. La mayoría de las plantaciones de la India son jóvenes, ya que en Assam, por ejemplo, solo se empezaron a permitir las plantaciones a partir de 2006.

En conjunto, estos datos indican que es probable que haya más de 60 millones de *Aquilaria* spp. plantadas en los Estados del área de distribución, y que cada año se inician más plantaciones. En consecuencia, se espera que en unos pocos años ingrese en el mercado una cantidad mucho mayor de madera de agar procedente de plantaciones.

18 CITES PC14 Doc 9.2.2 A2

19 PC14 Doc 9.2.2 A2

6 Prácticas de gestión

Conservación

Los árboles de las especies productoras de madera de agar se dan ahora en muy baja abundancia en toda el área de distribución como consecuencia de la sobreexplotación y la deforestación. El bajo porcentaje de árboles con madera de agar y los árboles talados en su búsqueda suponen un enorme desperdicio de este recurso.

Los modelos de las poblaciones silvestres indican que las poblaciones de *A. malaccensis* podrían mantenerse si solo se recolectaran árboles infectados de 10 o más cm de DAP. Sin embargo, para las especies de menor densidad, como *A. macrocarpa*, la extracción de árboles con un DAP inferior a 30 cm en una rotación de menos de 15 años seguiría reduciendo el tamaño de la población (Soehartono y Newton, 2001; Kanazawa, 2016). No obstante, la madera de agar podría aprovecharse sin necesidad de matar el árbol cortando las áreas afectadas. En el caso de *A. malaccensis*, los árboles son aptos para la regeneración por vástagos. Por ejemplo, los extractores tradicionales, como los indígenas penan de Malasia, no talan los árboles, sino que los inspeccionan a través de pequeños agujeros y, si encuentran madera de agar, la retiran con cuchillos sin sacrificar el árbol (Kanazawa, 2016). También se ha utilizado un método similar en Viet Nam (Akter et al. 2013).

Las principales estrategias de conservación aplicadas a escala nacional han sido la promulgación de legislación contra la extracción de árboles silvestres, la aplicación de normas de extracción (ver el Capítulo 4), la imposición de reglamentaciones y cupos de exportación, la clasificación de las especies arbóreas como en peligro de extinción, y el desarrollo de plantaciones para reducir la necesidad de madera de agar silvestre. La extracción de árboles silvestres de *Aquilaria* spp. es ahora ilegal en la mayoría de los países, siendo Indonesia y Malasia los únicos que todavía la permiten (con controles). Estos dos países, junto con la India y Tailandia, también han elaborado sus DENP para *Aquilaria* spp. (en particular para *A. malaccensis*), que pueden ser herramientas importantes para determinar un nivel de aprovechamiento sostenible (ver el Capítulo 2).

Algunos países han establecido protecciones, políticas y/o programas de gestión específicos para la madera de agar (Cuadro 3). Al menos cuatro países están utilizando también la regeneración natural asistida para restablecer las poblaciones silvestres: China, Malasia, Nepal e Indonesia (en Papua). Un enfoque útil para la recuperación se emplea en Sumatra, donde

Indonesia ha elaborado mapas basados en sistemas de información geográfica (SIG) de los lugares adecuados para las plantaciones o la restauración de las poblaciones silvestres de madera de agar (Ranmawaty et al. 2019). Esta información estratificada puede utilizarse para analizar los esfuerzos de recuperación de *Aquilaria* y *Gyrinops*, dadas las condiciones restringidas en las que crecerán algunas de estas especies.

En Malasia, se adoptó un conjunto de directrices en 2005 para su uso en todos los estados de la Península con el fin de controlar la extracción, el comercio y la transformación de *Aquilaria* spp. y existen otras directrices específicas utilizadas en Sabah y Sarawak (Lim et al. 2022). En el caso de los extractores de Malasia Peninsular, se debe pagar un depósito de RM10.000 (aproximadamente USD2.600) por cada licencia; la licencia tiene un cupo de 500 kg más el cobro de un canon del 10%/kg; el titular de la licencia debe suministrar 3000 plántulas de *Aquilaria* al año al Departamento Forestal del Estado; solo se pueden cortar árboles de más de 20 cm de DAP y no se pueden cortar árboles en flor o con frutos; y el titular de la licencia debe informar de la extracción al Departamento Forestal. Las directrices también incluyen normas específicas por las que deben registrarse los comerciantes y transformadores (para más información, ver Lim et al. 2022). Los exportadores de madera de agar deben registrarse en el Consejo de la Industria Maderera de Malasia, que es la Autoridad Administrativa de la CITES para ese país. Los productos de madera de agar están sujetos a un cupo de producción asignado a cada empresa exportadora.²⁰ En Sarawak, todas las principales especies productoras de madera de agar, incluidas *Aetoxylon sympetalum*, *Aquilaria beccariana*, *A. malaccensis* y *A. microcarpa*, están catalogadas como plantas protegidas en virtud de la Ordenanza de Protección de Vida Silvestre de Sarawak de 1998.²¹ Conforme a esta ordenanza, *A. malaccensis* es una "especie prohibida" que debe retenerse cuando se extrae madera dentro de las reservas forestales. Ambos estados exigen una licencia para la tala y la exportación de especies productoras de madera de agar. Las autoridades aduaneras de Malasia recaudan un impuesto del 5% sobre todos los productos de madera de agar exportados.

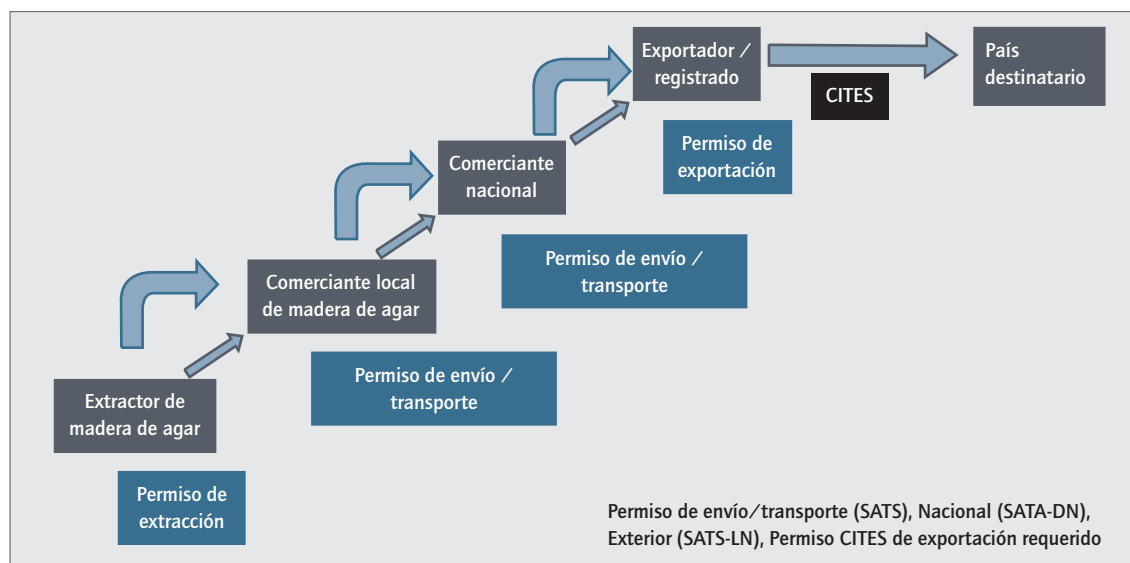
20 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-Minute.pdf>

21 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-Minute.pdf>

Cuadro 3: Medidas adoptadas por los Estados de las áreas de distribución para la conservación de especies de madera de agar

País	Medidas de conservación	Plan de gestión	Cupo de exportación y/o DENP	Control de plantaciones
Bangladesh	- No hay extracción de árboles silvestres - Normas para el comercio de madera de agar (2012)	No	No	La madera debe proceder exclusivamente de plantaciones
Bhután	No hay extracción de árboles silvestres	No	No	
Camboya	- El 80% de los bosques naturales están protegidos y no se permite la extracción de árboles silvestres - Desarrollo de plantaciones	No	No	- Registro de plantaciones - Registro de extracciones
China	- No hay extracción de árboles silvestres - Regeneración asistida de poblaciones silvestres - Banco de genes - Desarrollo de plantaciones en otros países - Normas estrictas de importación /exportación	Sí (2018–2022 para <i>A. sinensis</i> en la RAE de Hong Kong, China)	No	Árboles cultivados en plantaciones marcados con códigos de barras
India	- No hay recolección de árboles silvestres ni exportación de productos silvestres - Banco de genes - Reposición de las poblaciones silvestres - Desarrollo de plantaciones - Aplicación de cupos para la exportación	Sí, con una política de uso sostenible	DENP y cupo	- Registro de plantaciones (con excepción de huertos familiares) - Permiso de transporte
Indonesia	- No hay extracción en las áreas protegidas - El gobierno proporciona semillas o plántulas a particulares - Desarrollo de plantaciones - Programa de recuperación de poblaciones silvestres	Sí	DENP y cupo de exportación	- Certificado de aprovechamiento - Permiso de transporte - Registro de plantaciones - Cupos de extracción de árboles silvestres por provincia y especie
República Democrática Popular Lao	- Protección de árboles silvestres - Desarrollo de plantaciones	No	En preparación	- Solo se exporta madera procedente de plantaciones - Registro de plantaciones - Certificado de aprovechamiento
Malasia	- Extracción reglamentada en las reservas forestales - No se permite la extracción en áreas protegidas - Restauración de poblaciones silvestres - Desarrollo de plantaciones	Sí, Plan de Acción para la Conservación 2016	DENP y cupo de exportación nacional	- Certificado de aprovechamiento - Certificado de exportación
Myanmar	- Certificado de exportación - No se permite la extracción de árboles silvestres - Desarrollo de plantaciones	No	No	Registro de plantaciones
Nepal	- No se exporta madera de agar - No se extraen árboles silvestres - El gobierno proporciona plántulas a las comunidades (aprox. 100 000/año)	No	No exporta	Aún no hay industria
Papua, Indonesia	Regeneración asistida en el medio silvestre	No	DENP y cupo	Registro de extractores (con el jefe local)
Sri Lanka	Desarrollo de plantaciones	No	No	
Tailandia	- No se permite la extracción en áreas protegidas ni de árboles silvestres - Mapa de distribución - Las comunidades forestales >10.000 habitantes se registran para utilización como PFNM - Desarrollo de plantaciones	No	DENP para <i>A. crassna</i>	Sistema de registro de madera de plantaciones
Filipinas	- No se permite la explotación de <i>Aquilaria</i> spp. o la extracción de semillas o plántulas de poblaciones silvestres - Permiso de importación para semillas o plántulas - Desarrollo de plantaciones	No	No	Permiso de transporte
Viet Nam	- Todos los árboles silvestres están protegidos - El gobierno proporciona semillas para huertos familiares - Desarrollo de plantaciones	No	No	Registro de plantaciones

Figura 14: Procedimientos de Indonesia para la recolección, registro y transporte de madera de agar silvestre destinada al mercado nacional y a la exportación (Turjaman, 2022)



En Indonesia, no hay restricciones para el ingreso de las comunidades locales al bosque ni un sistema de concesiones madereras para controlar la extracción de árboles de madera de agar,²² aunque existe un cupo de extracción que se establece para cada provincia. En la práctica, sin embargo, no es posible imponer cupos a los pequeños extractores de las aldeas dispersas, aunque cualquiera que sea descubierto transportando madera de agar sin la documentación adecuada corre el riesgo de que le confisquen sus pertenencias. La aplicación de los cupos de extracción es más estricta en Papua, donde los extractores de madera de agar deben obtener una licencia de los jefes locales. No obstante, la madera extraída en estado silvestre en Indonesia está sujeta a una serie de reglamentos y a un proceso de registro, que incluye un certificado como parte del cupo de exportación de la madera que se va a exportar (Figura 14). Los exportadores de madera de agar silvestre deben ser miembros de la Asociación Indonesia de Madera de Agar (ASGARIN) y deben tener permisos como “distribuidores en el extranjero”.

Las normas de Indonesia para la exportación de madera de agar se aplican únicamente a la madera silvestre. Si bien la madera de agar de plantación ha estado circulando por el mercado, la normativa no avala la existencia de madera de agar artificial y los datos de la CITES indican que Indonesia solo exporta una pequeña cantidad de madera procedente de plantaciones. Los productores de madera de agar

de Kalimantan del Sur han vendido madera de agar de plantaciones en forma de astillas a precios bajos a compradores que luego la mezclaban con madera de agar silvestre de la misma calidad (clase AB). Algunos comerciantes han indicado que, si se separa la madera de agar de plantaciones para la exportación, el precio es demasiado bajo para que merezca la pena su esfuerzo (Turjaman, 2022).

La India no permite la extracción de madera de agar en los bosques gubernamentales, pero hay poblaciones de árboles de madera de agar que se pueden explotar en los bosques comunitarios. La exportación de madera de agar en bruto (inclusive polvo, escamas, aserrín y carbón) está prohibida, pero se permite la exportación de aceite y de plantas vivas de agar. El Gobierno de la India está desarrollando un sistema de registro para los productores de madera de agar, destiladores de madera de agar y transformadores de productos brutos en acabados. Los comerciantes y exportadores pueden comprar productos de madera de agar a través de un sistema denominado Certificado de Adquisición Legal (*Legal Procurement Certificate – LPC*) y posteriormente comerciar con ellos dentro del país. Los exportadores también pueden comprar madera de agar a través del sistema LPC y exportarla con un permiso CITES y un certificado fitosanitario expedido por la división de cuarentena/protección fitosanitaria del Ministerio de Agricultura.²³

Tailandia y Viet Nam cuentan con sistemas de registro oficiales para las plantaciones de madera de agar.

22 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-93-Minute.pdf>

23 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-93-Minute.pdf>

De conformidad con una ley de 2017, el Gobierno de Tailandia impuso controles a las especies de flora incluidas en la CITES, incluso las plantaciones de *A. malaccensis* y *A. crassna*, y estableció un sistema nacional de registro de madera de agar en línea. La normativa rige el cultivo en condiciones controladas y la adquisición legal de plantel parental en tierras privadas o estatales en Tailandia, o comprado a nivel internacional. Los productores de madera de agar deben registrar tales compras electrónicamente en el Departamento de Agricultura, presentando información como el número de vivero, el número de lote del plantel parental y la cantidad que se va a comercializar. Además, todas las plantaciones se registran, se verifican mediante inspección y deben tener planes de gestión que garanticen su sostenibilidad. A partir del año 2022, los propietarios de las plantaciones deben informar a las autoridades cinco días antes de la extracción e indicar qué productos (astillas, aceite, etc.) se derivarán de la extracción. Las solicitudes de permisos de exportación se examinan meticulosamente y todos los envíos son inspeccionados por los departamentos de aduanas y cuarentena (UNCTAD, 2017). Del mismo modo, en Viet Nam, todas las plantaciones de *A. crassna* explotadas por empresas o familias deben estar registradas en el Departamento Forestal, que se encarga de hacer cumplir la normativa a través de una serie de estaciones de guardabosques locales. Antes de poder sacar la madera de la plantación, hay que obtener permisos de transporte. En Viet Nam, solo se puede exportar legalmente *A. crassna* procedente de plantaciones y no se permite el comercio de madera de agar de origen silvestre. Esta situación es similar a la de Filipinas, donde no se permite la recolección en estado silvestre y el gobierno sancionó una industria de plantaciones en 2021. La extracción de madera de agar silvestre tampoco está permitida en Tailandia, salvo en terrenos privados, y los particulares solo pueden poseer hasta 1,5 kg de madera de agar silvestre. Toda la madera exportada debe registrarse y declararse a lo largo de la cadena de valor.

La plantación de madera de agar ha pasado a ser una industria importante en China y ha sido fomentada por el gobierno desde 1999. Todo el producto plantado se destina a uso interno y casi no se exporta. Si bien los árboles de las plantaciones llevan un código de barras, no existe ninguna normativa relativa a la extracción, el uso o el transporte de la madera de las plantaciones dentro de China. Al igual que en otros países, sigue habiendo tala de árboles silvestres a pesar de ser ilegal. El plan de gestión de *A. sinensis* de China para la RAE de Hong Kong se centra en el cumplimiento de la normativa y en la protección de los árboles remanentes, inclusive a través del uso de cámaras remotas, el aumento de la investigación,

la restauración de las poblaciones silvestres, la sensibilización del público y el desarrollo de plantaciones.

Las plantaciones se han convertido en una importante fuente de madera de agar y representan una estrategia económica y de conservación utilizada actualmente por la mayoría de los países para sustituir, al menos, parte de la demanda de madera silvestre (Cuadro 3). Las grandes plantaciones forestales de *Aquilaria* spp. se vienen estableciendo, por lo menos, desde principios de la década de 1990 (p.ej. Lok y Zuhaidi, 1996), y en toda el área de distribución de estas especies, es habitual que los agricultores de las comunidades rurales tengan árboles de *Aquilaria* plantados en sus huertos familiares desde la década de 1970. No obstante, en general se considera que la madera de agar plantada es de menor calidad que la silvestre (Capítulo 4). También existe la preocupación de que, en ausencia de poblaciones silvestres y dependiendo únicamente de las plantaciones, la variabilidad genética dentro de las especies y entre ellas se erosione lentamente. Por lo tanto, es indispensable conservar las existencias silvestres en número suficiente para mantener la diversidad genética a nivel de especie en todas sus áreas de distribución.

La plantación de árboles de *Aquilaria* se ha convertido en algo habitual en Indonesia, y Turjaman (2022) sugirió que la cifra oficial de más de 3 millones de árboles puede ser una subestimación del número real por un factor de 10 o más, aunque no se sabe con certeza si alguno de estos árboles representan regeneración asistida, o si están todos en plantaciones y huertos familiares. En el marco de un programa de recuperación de bosques, el Gobierno de Indonesia viene suministrando 25 semillas o plántulas de *Aquilaria* spp. a particulares para que las planten en un huerto familiar o en una plantación comunitaria. *A. microcarpa* es la especie más plantada en Sumatra, Kalimantan y Java, mientras que *G. versteegii* se planta habitualmente en las islas de Java y Bali, y *G. caudata* se planta sobre todo en Papua (Turjaman, 2022). Las plantaciones en Indonesia deben estar registradas ante el gobierno. Sin embargo, las normativas son tan onerosas y complejas que parecen estar restringiendo el desarrollo de plantaciones. Además, la escasez de inoculantes y las inquietudes por la calidad de la madera de agar de las plantaciones también desalientan a muchos a entrar en el negocio. Para remediar esta situación, dos provincias (Lamandau Regency en Kalimantan Central y Ambon City en Molucas) han construido laboratorios para distribuir gratuitamente inoculantes de *Fusarium solani* a las comunidades dedicadas a las plantaciones de madera de agar (Turjaman, 2022).

Malasia, con la financiación de proyectos de la OIMT y la CITES (ver el Recuadro 1), publicó su plan de acción y gestión para *A. malaccensis* en 2016, aunque

Recuadro 1: Programa OIMT-CITES de especies arbóreas amenazadas (2007–2016) y Programa de la CITES sobre especies arbóreas (2017–2022)

Este innovador y eficaz programa fue creado conjuntamente por la OIMT y la CITES con el fin de proporcionar información y apoyo para las especies arbóreas tropicales en peligro de extinción utilizadas en el comercio internacional. El programa original se renovó para continuar posteriormente a través de un segundo programa. Ambos programas han ayudado a mejorar la gestión de muchas especies arbóreas amenazadas, incluidas las especies de madera de agar. La mayor parte de la financiación provino de la Unión Europea (a través de la Comisión Europea), así como de otros donantes de la OIMT, incluyendo los Estados Unidos de América, Suiza, Alemania, Noruega, Países Bajos, Japón, Nueva Zelandia y el sector privado.

El objetivo de los programas es "garantizar que el comercio internacional de las especies maderables incluidas en la CITES sea coherente con su gestión sostenible y su conservación". Los proyectos financiados se han centrado en: la planificación de la gestión, la realización de inventarios, la elaboración de informes de dictámenes de extracción no perjudicial (DENP), y el desarrollo de herramientas para facilitar la identificación y trazabilidad de las especies maderables.

En el caso específico de las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops*, se financió un gran número de proyectos en Indonesia y Malasia, que dieron lugar a la elaboración de varios DENP, un manual de identificación de especies, medidas de conservación genética, una guía de clasificación, y mejoras para la eficacia y eficiencia en materia de silvicultura y plantaciones. Por otra parte, en el marco de estos programas, se financiaron tres importantes talleres internacionales sobre especies de madera de agar en 2015, 2018 y 2022, que reunieron a los países exportadores e importadores para intercambiar información sobre la gestión y conservación de las especies de madera de agar.

sigue siendo necesario completar un nuevo inventario nacional de árboles de madera de agar (Chua et al. 2016). En el plan se afirma que la especie no es resiliente a las actividades de explotación actuales y que continúa la tendencia decreciente de la abundancia en todo el país observada desde finales de la década de 1980, y se reconoce que el comercio es el factor que más contribuye a la rápida disminución del recurso. El plan utilizó datos sobre la densidad y el crecimiento de los árboles basados en el muestreo de una parcela forestal durante más de 20 años (último censo en 2013) e información genética derivada de 35 áreas forestales muestreadas para apoyar la elaboración de una estrategia de conservación, con los siguientes elementos clave:

- Facilitar la conservación *in situ* de los árboles remanentes con cinco poblaciones separadas en cada uno de los dos grupos o clústeres genéticos significativos de la Península, con un mínimo de 300 árboles cada uno, de los cuales al menos 65 árboles son >20 cm DAP, con zonas de amortiguación de 200 m;
- Transferir únicamente material genético dentro de cada uno de los dos clústeres genéticos;
- Establecer una plantación *ex situ* de 2000 árboles como banco de genes;
- Proporcionar protección legal a las áreas *in situ*;
- Elaborar un protocolo de inventario y seguimiento y controlarlo periódicamente;
- Establecer un cupo basado en el inventario a nivel estatal;
- Promover las plantaciones de enriquecimiento;
- Trabajar con los actores interesados para mejorar la gestión;
- Mejorar el control del cumplimiento de la ley; y
- Crear incentivos para el establecimiento de plantaciones.

En 2008, se elaboró un plan de acción temprana para la conservación de las especies de madera de agar en la República Democrática Popular Lao, Camboya y Viet Nam a través de *Botanical Gardens Conservation International* – BGCI (Gratzfeld y Tan, 2008). Este plan respondía a la disminución de las poblaciones en la República Democrática Popular Lao, en particular, e incluía los siguientes componentes generales:

- Refuerzo de la cooperación institucional reuniendo a los distintos actores interesados en las actividades de planificación;
- Desarrollo de capacidades y formación para la conservación de la madera de agar;
- Estudio de las poblaciones silvestres y desarrollo de programas de recuperación de especies con inclusión de técnicas silvícolas mejoradas;
- Establecimiento de proyectos de demostración para conservar las poblaciones silvestres remanentes a fin de iniciar la propagación *ex situ* en viveros comunitarios y jardines botánicos locales, para su reintroducción en el medio silvestre.

La industria de plantaciones de Camboya comenzó a operar en la década de 1990 y se ha ampliado considerablemente en los últimos años, de modo que la mayoría de los árboles, principalmente de *A. crassna*, son todavía jóvenes. La extracción en el medio silvestre es ilegal, y las plantaciones deben estar registradas en la Administración Forestal (Sinly et al. 2022).

Figura 15: Plantación de *A. malaccensis* en Assam, India. Fotografía: Syed Quavi



Figura 16: Plantación de especies mixtas de *A. malaccensis* y plátanos en Pontianak, Kalimantan Occidental, Indonesia. Fotografía: M. Turjaman



La Administración Forestal evalúa las propuestas de permisos de exportación y hace recomendaciones para su expedición. Sin embargo, al parecer algunas empresas de plantaciones han estado exportando madera sin permisos (Sinly et al. 2022).

Técnicas de cultivo

El proceso natural que produce la madera de agar comienza cuando los insectos, como hormigas o barrenadores de tallo, entran en el tronco de un árbol, ya sea a través de una herida existente o provocando una nueva herida. Estos insectos llevan bacterias y esporas de hongos que infectan el árbol, dando lugar a la producción de resina como mecanismo de defensa. La resina impregna parte del duramen del árbol para formar madera de agar muy aromática. En los árboles silvestres de *Aquilaria* o *Gyrinops*, este proceso puede ser largo y complejo, e incluye muchos cambios fisiológicos, ya que el árbol responde a los estímulos externos de las heridas y/o los ataques de insectos y hongos.

Durante muchos años, la mayor parte de la madera de agar cultivada se producía en huertos familiares, en pequeñas superficies de terreno privado, como medio para complementar los ingresos particulares. Sin embargo, con la severa disminución de las poblaciones naturales en toda el área de distribución como consecuencia de la sobreexplotación, la producción de madera de agar se ha convertido en una industria de gran escala basada en plantaciones con una gestión rigurosa en gran parte de las zonas tropicales de Asia Central y Sudoriental (Mustapa et al. 2022). Algunas plantaciones fueron establecidas por agricultores a título individual, o financiadas en fincas por particulares como inversión. Otras plantaciones más extensas han sido establecidas por empresas privadas u organismos gubernamentales. La mayoría de los árboles plantados son de *A. crassna* y *A. malaccensis* (Figura 15), mientras que *A. sinensis* se planta principalmente en el sur de China (Azren et al. 2018), incluso en Hainan. Otras especies plantadas son *A. subintegra* y *A. hirta*. La supervivencia de los árboles de las plantaciones supera el 90% si se gestionan correctamente y el clima sigue siendo favorable (Blanchette et al. 2015; Rahman et al. 2015). Muchos agricultores utilizan un sistema agroforestal que integra los cultivos de alimentos o forraje en zonas situadas entre los árboles de *Aquilaria* (Figura 16). Este sistema puede incluir especies agrícolas comerciales como la palma de aceite, el caucho, varios árboles frutales y algunos cultivos menores como la yuca (Desa et al. 2021). En Indonesia, se ha plantado madera de agar a lo largo de los bordes de muchas

plantaciones de caucho y los propietarios inoculan algunos de los árboles para que produzcan madera de agar con el fin de complementar sus ingresos. En otros casos, hay árboles de *Aquilaria* que han germinado de forma natural y luego son inoculados por los agricultores. Sin embargo, las grandes plantaciones comerciales suelen ser monocultivos de *Aquilaria*.

Las plantaciones de *Aquilaria* spp. crecen mejor y con menor mortalidad en terrenos inclinados con suelos algo arenosos hasta una altitud de 750 a 1000 m y con una precipitación anual de 1800–3500 mm (Adhikari et al. 2021; Devi, 2021). La altitud máxima parece ser variable entre las distintas especies, ya que *A. sinensis* crece hasta una altitud de 400 m (Anónimo, 2018) y otras *Aquilaria* spp. hasta 1700 m en Malasia. Las plantaciones en suelos mal drenados y en suelos arcillosos tienen una alta mortalidad de brinzales, aunque *A. malaccensis* crece en la mayoría de los tipos de suelo. Las condiciones ideales para el crecimiento son una temperatura tropical moderada, alta humedad, suelo fértil y una intensidad de luz moderada (Auri et al. 2021). Las plantaciones pueden establecerse recogiendo y trasplantando plántulas, utilizando esquejes o plantando semillas. Subiaktó et al. (2009) descubrieron que el porcentaje de germinación por siembra directa era del 82%, en comparación con el 42% después de almacenar las semillas durante ocho semanas a temperatura ambiente. La vida útil de las semillas es muy corta, entre 15 y 40 días a 25°C (Kharnaier y Thomas, 2021). Para los esquejes, este último estudio encontró que el mejor medio de cultivo era una mezcla a partes iguales de polvo de coco y cáscara de arroz, regada dos veces por semana.

La mayoría de las plantaciones utilizan espaciamientos de 2 x 2 a 3 x 3 m, para una densidad de alrededor de 1000 a 2500 árboles/ha. Sinly et al. (2022) informaron de algunas plantaciones de *A. crassna* de muy alta densidad, con más de 3500 fustes/ha (Figura 17) en el sur de Camboya, aunque los recuentos incluían muchos árboles jóvenes. Algunos de los árboles más pequeños en estas situaciones se trasladan a nuevas plantaciones o a huertos familiares locales.

Las recientes sequías en algunas partes del Sudeste Asiático (p.ej. Tailandia y Myanmar) han provocado una elevada mortalidad de los árboles de madera de agar en algunas plantaciones, lo que indica que, con el cambio climático, el riego puede convertirse en una necesidad para los agricultores y que algunas zonas pueden dejar de sustentar las especies productoras de madera de agar. Algunos estudios recientes sobre la tolerancia a la sequía indicaron que *A. malaccensis* y *A. subintegra* eran mucho menos resistentes que *A. hirta* (Kenzo et al. 2019).

Figura 17: Plantación de *A. crassna* de alta densidad (3500+ fustes/ha) en Camboya. Fotografía: Say Sinly

Según la información provista por el Gobierno de Malasia sobre las plantas de *A. malaccensis*,²⁴ las plántulas de esta especie pueden recolectarse cerca de los árboles madre cuando han alcanzado una altura de 10 a 15 cm. La recolección de las plántulas debe hacerse con cuidado para garantizar que no se dañe la raíz principal. El mejor momento para recolectar las semillas es por la mañana durante la temporada de lluvias y la plántula debe transferirse a una bolsa de polietileno poco después de su recolección. En el vivero, las plántulas deben cultivarse en un suelo con al menos un tercio de arena y requieren ser regadas varias veces al día. Las plántulas se pueden trasplantar a una altura de 60 a 90 cm, y deben plantarse en un hoyo de 40 cm de diámetro y 40 cm de profundidad que, si se deja abierto durante unos días, mejora la oxigenación del suelo para el crecimiento de las raíces. También se debe mejorar el suelo mezclando abono o fertilizante y una aplicación de insecticida para suelos. La poda puede realizarse en un plazo de 3 a 6 meses, con una primera poda correctiva para dar forma al árbol con una proporción equilibrada entre copa y fuste. También es necesario cuidar los rodales para reducir la competencia. Lok y Zuhaidi (2016) sugirieron que durante el primer año se aplique un fertilizante orgánico (con una proporción de nitrógeno-potasio-

fósforo de 8:8:8 + oligoelementos) a una tasa de 100 g/planta y un fertilizante inorgánico (con una proporción de nitrógeno-potasio-fósforo de 12:12:12 + oligoelementos) a una tasa de alrededor de 100–200 g del segundo al quinto año. La frecuencia de aplicación depende de las condiciones y el crecimiento del árbol. Lok y Zuhaidi (2019) indicaron que, en Malasia, un espécimen de *A. malaccensis* de 5 años, con una distancia de plantación de 2,5 x 2,5 m, había alcanzado un diámetro >10 cm DAP, que es el tamaño recomendado para la inoculación.

Inoculación de árboles para producir madera de agar

La producción natural de madera de agar puede tardar una década o más en desarrollarse, si es que realmente se realiza (Naziz et al. 2019). Por lo tanto, se han desarrollado técnicas para inducir la madera de agar a fin de acelerar su producción.

En general, los pequeños agricultores inducen la producción de madera de agar utilizando métodos y herramientas de bajo costo como tornillos, cuchillos, clavos o taladros para causar repetidamente heridas en el árbol, comenzando con árboles de aproximadamente 6 años de edad que han alcanzado un DAP de 10 cm. Algunos estudios realizados en Viet Nam sugieren que se obtienen mejores resultados al taladrar el árbol y mantener el agujero abierto con un pequeño tubo

24 <https://mycites.frim.gov.my/en/species/aquilaria-malaccensis/management/overview/>

Figura 18: Inoculación de madera de agar mediante el método de infusión en el Instituto de Investigación Forestal de Malasia. Fotografía: Kanako Ishii/OIMT



(Atkin et al. 2013; Blanchette et al. 2015). Después de tres a cinco años de perforación repetida con un clavo o taladro, la madera de agar probablemente se haya desarrollado lo suficiente para su extracción (Chowdhury et al. 2017; Rahman et al. 2015), aunque Akter et al. (2013) indicaron que los agricultores suelen esperar de cinco a diez años antes de la extracción y observaron que la mejor producción procede de árboles de, por lo menos, 50 años. Sin embargo, estos métodos mecánicos de inducción suelen dar como resultado una calidad inferior y un rendimiento incierto de madera de agar (Cheng et al. 2019). La madera de agar se produce solo en las áreas lesionadas, lo que sugiere que la cantidad producida depende del número y la magnitud de las heridas (Azren et al. 2019).

A fin de mejorar la producción de madera de agar, se han desarrollado diversas técnicas que actualmente se utilizan en la mayoría de las plantaciones, salvo algunas excepciones, como en la República Democrática Popular Lao y en ciertas zonas de Bangladesh, donde el método principal sigue siendo el de las heridas físicas. Estas técnicas incluyen la inoculación con diversos hongos (Santoso et al. 2011; Suharti et al. 2011; Liu et al. 2013; Mohamed et al. 2014) combinada con aireación (Chowdhury et al. 2017), o la inducción química (p.ej. Liu et al. 2013). Se ha comprobado que ambas técnicas mejoran la producción de madera de agar cultivada muy similar a la madera de agar natural. Sin embargo, algunos estudios han indicado que los compuestos químicos de la madera de agar cultivada o natural son diferentes (Espinosa et al. 2014; Blanchette et al. 2015; Azren et al. 2019), aunque la información obtenida fue limitada especialmente para la madera de agar producida a través de la inducción química. Otros estudios han demostrado que los distintos métodos de producción dan lugar a diferentes cantidades de las sustancias químicas que confieren a la madera de agar sus propiedades aromáticas (Naef, 2011;

Liu et al. 2013) y han sugerido que se requiere más investigación a fin de determinar el mejor método para las diversas especies arbóreas y los lugares donde deben plantarse.

Inoculación con hongos

También se ha descubierto que los patógenos fúngicos precisos y sus mezclas utilizadas como inoculantes, junto con la ubicación física de un árbol, tienen un gran efecto en la producción y la calidad de la madera de agar (Chippa et al. 2017). En la actualidad, la madera de agar de las plantaciones se extrae regularmente después de unos pocos años y ciertos inoculantes han dado lugar a una importante producción de madera de agar después de solo dos años (Mustafa et al. 2022). En Malasia, Lok (2010) y Lok y Zuhaidi (2018) indicaron un ciclo de rotación de 4 a 8 años después de la inoculación, dependiendo de la especie, la efectividad del crecimiento, la aptitud del sitio, las técnicas de gestión y la eficacia de la inducción.

Se han identificado varios géneros y especies de hongos que dan lugar a la producción de madera de agar de *Aquilaria* spp. utilizando diversos medios (por ejemplo, microscopía, PCR o ITS-ADNr), y a partir de las distintas especies de *Aquilaria*, incluyendo los siguientes géneros: *Cunninghamella*, *Curvularia*, *Fusarium* (al menos cuatro especies), *Trichoderma*, *Paraconiothyrium*, *Botryosphaeria*, *Fomitopsis*, *Lasiodiplodia*, *Penicillium*, *Epicoccum*, *Alternaria*, *Acremonium*, *Colletotrichum* y *Phaeoacremonium* (Azren et al. 2019; Naziz et al. 2019). Chhipa et al. (2017) identificaron 82 especies de hongos, advirtiendo que solo el 8% de los hongos presentes en los árboles han sido estudiados por su función en la producción de madera de agar, y muchos géneros pueden no ser necesariamente responsables de la formación de resina. En Malasia, las investigaciones han identificado *Aspergillus* spp.,

Botryodiplodia spp., *Diplodia* spp. y *Fusarium proliferatum* como los principales hongos que producen madera de agar (Mohd Parid y Lim 2003; Rozihawati et al. 2022). Los tipos y las combinaciones de hongos indicados varían según la especie y la ubicación geográfica de los árboles, pero se consiguieron resultados sistemáticos para la producción de madera de agar con *Fusarium* spp. (Akter et al. 2013; Chhipa et al. 2017). Santoso et al. (2011) descubrieron que la producción de madera de agar en árboles inoculados con hongos *Fusarium* variaba según el lugar de Indonesia de donde procedían, y observaron también que *F. solani* era la mejor especie para utilizar.

Los tipos y calidades de los compuestos aromáticos pueden variar con el tipo y las mezclas de hongos (Chhipa et al. 2017). En una reciente investigación llevada a cabo en Malasia, en la que se probaron varias combinaciones de hongos, se descubrió que una mezcla de *Trichoderma* sp., *Lasiodiplodia* sp. y *Curvularia* sp. era el inoculante más productivo para la formación de madera de agar en *Aquilaria* spp., en base a la coloración y la longitud de la zona infectada tras períodos de inoculación de 3 y 6 meses (Justin et al. 2020). En China, donde se ha llevado a cabo gran parte de la investigación fúngica actual, se indicó la producción de aceite de alta calidad en un período de solo 8 a 18 meses tras la inoculación de *A. sinensis* con *Colletotrichum gloeosporioides* y *Botryphaeria* sp. (Tian et al. 2013; Peng et al. 2015). Un reciente trabajo de Ma et al. (2021) mostró que la madera de agar de *A. sinensis* infectada había mejorado mucho utilizando los hongos recuperados de árboles silvestres infectados.

Santoso et al. (2011) y Chong et al. (2012) indicaron que los siguientes métodos de inoculación en el campo funcionaban mejor: (i) Perforar orificios de inyección de alrededor de 3 a 10 mm de diámetro, con una separación de 20 a 25 mm para evitar la superposición de la madera de agar; (ii) El inoculante se suministra en forma de líquido por inyección con una jeringa de aproximadamente 1 ml por orificio, o se deja gotear desde una botella (Figura 18); (iii) El tipo de cepa fúngica determina la madera de agar que se formará, por lo que es importante seleccionar las mejores cepas fúngicas;²⁵ y (iv) La calidad de la madera de agar formada mejora con un mayor tiempo de incubación.

En Indonesia, Turjaman (2022) informó que, en un árbol productor de madera de agar de 15 cm de DAP, pueden utilizarse seis botellas de líquido de infusión (150 ml/botella). La inducción con hongos

produce madera de agar en el lugar mismo de la infección, de modo que, a menudo, se perforan muchos orificios en el tronco del árbol con el fin de maximizar la producción, por lo que este método requiere mucha mano de obra.

Chen et al. (2018) utilizaron un hongo (*Rigidoporus vinctus*) aplicado en la superficie de árboles de *A. sinensis* para inducir la madera de agar, y desarrollaron kits de inoculación superficial que están disponibles comercialmente para los propietarios de plantaciones. Hay varios otros ejemplos de kits comerciales de inoculación de hongos disponibles, sobre todo de Malasia e Indonesia (Azren et al. 2019). Por ejemplo, Mustapa et al. (2022) indicaron que el uso de un inoculante llamado IGB711 en Malasia produjo buenos resultados en menos de dos años. Los árboles infectados artificialmente han producido entre 5 y 30 kg de madera de agar por árbol después de 18 meses (Mustapa et al. 2022) en Malasia, lo cual es mucho más que los 0,1 a 2,13 kg por árbol silvestre (de los cuales 0,10–0,18 kg/árbol son de alta calidad) reportados por Blaser et al. (2021). En algunos trabajos recientes también se ha evaluado el potencial de las micotoxinas sintetizadas químicamente como agentes inductores, con una producción exitosa de madera de agar en *Gyrinops* en Sri Lanka (Subasinghe et al. 2019).

Está claro que aún falta mucha investigación para determinar qué métodos de inoculación maximizan la producción de madera de agar de alta calidad. Por ejemplo, solo se han probado unos pocos de los muchos hongos posibles y sus combinaciones. Además, es necesario desarrollar modelos multivariantes que consideren también factores determinantes alternativos que puedan afectar la producción de madera de agar, incluyendo variables como la ubicación (inclusive tipo de suelo y sitio), precipitaciones, edad del árbol, diámetro del árbol, plantaciones mixtas frente a monocultivos, así como especies de *Aquilaria* o *Gyrinops*.

Inducción química

Existen varias técnicas de inducción química utilizando fitohormonas, sales, jasmonato de metilo, aceite de soja, azúcar moreno, ácido fórmico, peróxido de hidrógeno, ácido salicílico y otras sustancias para inducir la producción de madera de agar en el árbol (Van Thanh et al. 2015; Kalita 2015; Chhipa et al. 2017; Cheng et al. 2019). El método de inducción química lleva menos tiempo que la inoculación porque se necesitan menos sitios de tratamiento y los inductores se extienden por todo el árbol a través de su proceso de transpiración. Un estudio realizado por Liu et al. (2013) indicó que la madera de agar producida mediante el proceso de inducción química era de calidad similar a la del producto natural y que la cantidad producida era considerablemente mayor que la obtenida a través de la técnica de inoculación.

25 El mejor inoculante a utilizar depende de las condiciones locales, y puede ser necesario realizar investigaciones a nivel local para obtener asesoramiento sobre el inoculante más eficaz para una zona determinada. Como alternativa, hay inoculantes producidos comercialmente en algunos países que también están disponibles en el mercado internacional.

Figura 19: Extracción manual de madera de agar de árboles de *Aquilaria* spp. en Camboya para su posterior transformación. Fotografía: Say Sinly



La "técnica de inducción de madera de agar en todo el árbol" (o *Agar-Wit*) es un producto comercial para la producción de madera de agar mediante la inducción química que se utiliza actualmente en China (Zhang et al. 2012). Otros kits comerciales de este tipo son el *Ca-Kit* y el *Agar-Bit* (este último basado en la combinación de la inducción química y heridas) que contienen un inoculante para su inyección (Naziz et al. 2019). El *Ca-Kit* indica que los usuarios pueden esperar un aumento del 30% sobre los niveles naturales de producción de agar (Rahman et al. 2015), pero algunos especialistas de la India informaron (en el taller de la CITES de 2018) que no habían tenido éxito con este método. Por otra parte, la inoculación química en la República Democrática Popular Lao tampoco tuvo buenos resultados. Al parecer, solo China, algunas plantaciones en Bangladesh y una única plantación en Camboya están utilizando la técnica de inducción química, mientras que todos los demás utilizan diversas combinaciones de inoculantes fúngicos.

En la mayoría de los países, la extracción inicial de madera de agar es una tarea manual que requiere mucha mano de obra (Figura 19). A pesar del alto costo de los productos finales de madera de agar, estos trabajadores y otros, como los obreros de las plantaciones y los acarreadores o transportistas, reciben un salario muy bajo de los propietarios de las plantaciones.

Otras técnicas

Existe una posibilidad de identificar, a través de la investigación genómica, formas de mejorar o causar la producción de madera de agar determinando qué genes son responsables de la producción de resina y cómo se "activan" (Cheng et al. 2019; Naziz et al. 2019). Si se secuencian los genes correctos, se podría emplear la tecnología del ARNm para provocar la producción de resina que da lugar a la formación de madera de agar (Cheng et al. 2019). Otras posibilidades para mejorar la producción incluyen la selección y clonación de árboles superiores de producción de madera de agar para la generación y plantación de semillas. Sobre la base de muchas publicaciones recientes, la investigación genómica y genética de las especies de árboles de madera de agar parece ser de creciente interés (por ejemplo, una búsqueda en internet de "gen + *Aquilaria*" produjo 2380 resultados), especialmente entre los investigadores chinos que trabajan con *A. sinensis*.

Cabe destacar que varias empresas de biotecnología han producido aceite de madera de agar sintético. Ya se han logrado exitosos resultados a nivel comercial con el "bio-oud", que se comercializa a una décima parte del precio del producto natural, y que también se utiliza en perfumes y jabones. Sin embargo, la mayoría de las reseñas indican que, si bien son suficientes para su uso en algunos cosméticos, los aromas difieren del producto natural en profundidad y complejidad.

Insectos y enfermedades en las plantaciones y medidas fitosanitarias

La plantación de la mayoría de las especies arbóreas en monocultivo conlleva problemas sanitarios para los árboles debido a diversos patógenos e insectos (Wingfield et al. 2015), y las plantaciones de especies de madera de agar no son una excepción. Los gestores de las plantaciones están encontrando diversos insectos y enfermedades en sus cultivos, algunos de los cuales causan la mortalidad de los árboles. Dado que se trata de una industria que ha surgido recientemente, aún se requiere un trabajo considerable para identificar estos desafíos y aprender a gestionarlos (Syazwan et al. 2019). Estos últimos autores indicaron que hasta ahora se han registrado 19 especies de plagas de insectos de 16 familias diferentes de cinco órdenes distintas y 12 enfermedades, pero que existen muchas otras que aún no se conocen. La mayoría de los insectos son succionadores de savia, barrenadores o defoliadores, mientras que las enfermedades son, en su mayoría, podredumbres de raíz.

En Indonesia, las larvas de la polilla *Heortia vitessoides* han sido defoliadores problemáticos en las plantaciones (Sitepu et al. 2011). Los barrenadores pueden, de hecho, aumentar la producción de madera de agar, como puede ser el caso de *Neurozerra conferta* (Borthaker et al. 2021). En la India, el hongo *Fusarium equiseti* está asociado a la marchitez y muerte de las plantaciones de *A. malaccensis* (Pandey et al. 2019). En China, hay preocupación en Hainan por *A. sinensis* en las plantaciones debido a la infección con *Colletotrichum alienum*, un hongo que causa la mortalidad de las hojas (Liu et al. 2020). Estos últimos autores indicaron que alrededor del 35% de los árboles de su plantación de estudio habían sido infectados. China, India, Malasia e Indonesia han indicado problemas con insectos y enfermedades, mientras que otros países aún parecen no haber encontrado estas dificultades.

La mayoría de los países cuentan con leyes y medidas fitosanitarias con respecto a la importación de semillas u otros materiales vegetales vivos. Por ejemplo, Tailandia informó que, en virtud de su Ley de Cuarentena B.E. 2507 (1964), se requiere un certificado fitosanitario para los productos vegetales importados en el país. Tailandia también expide certificados fitosanitarios siguiendo los requisitos del país de destino para el material vivo exportado. En Camboya, el Subdecreto N° 15 sobre Inspección Fitosanitaria, en su artículo 2, especifica que “Todos los materiales sujetos a cuarentena vegetal que se introduzcan o transporten en el territorio del Reino de Camboya, o que salgan de él o transiten por él, serán inspeccionados y seguirán el tratamiento fitosanitario”, mientras que el artículo 3 estipula que “el Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca es responsable de la aplicación de la cuarentena vegetal, cuyo organismo ejecutor es la Autoridad de Cuarentena Vegetal del

Departamento de Agronomía y Mejora de Tierras Agrícolas”. En la India, la Dirección de Protección Vegetal, Cuarentena y Almacenamiento, del Ministerio de Agricultura y Bienestar de los Agricultores, inspecciona los productos agrícolas destinados a la exportación según los requisitos de los países importadores en virtud de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y expide certificados fitosanitarios.

Huertos familiares y medios de vida de los pequeños productores

En la India, la integración de la madera de agar con plantas de té en pequeñas fincas puede contribuir a sumar hasta un 45% al total de los ingresos anuales de una familia (Sarkar, 2019). En consecuencia, la mayoría de las familias con algún terreno tienen árboles de *Aquilaria* plantados en su propiedad y los compradores acuden a las casas particulares y adquieren los árboles que se sospecha que tienen madera de agar. También en la India se ha sugerido la plantación de árboles de madera de agar en zonas utilizadas para el cultivo itinerante como una opción de subsistencia complementaria para los agricultores (Giri et al. 2020), una posibilidad que debería considerarse también en otros lugares.

Un estudio realizado en Bangladesh concluyó que la producción y la extracción de madera de agar en pequeñas fincas tenía “un importante rol” en el aumento de los ingresos de los pequeños productores y las comunidades, pero que los agricultores se veían limitados por la falta de acceso a información técnica, capital y tecnologías (Marium et al. 2019). No obstante, Ali et al. (2021), que también estudiaron el cultivo de madera de agar en pequeña escala, descubrieron que los rendimientos financieros para los agricultores solo se producían tras un período inicial de 16 años, lo que significa que al principio también se necesitan otros cultivos para poder producir madera de agar. En Bangladesh, el valor neto actual de 1 hectárea de plantación de madera de agar (a lo largo de un período de rotación de 12 años) se estimó en aproximadamente USD 630.000 y el rendimiento neto anual de las empresas basadas en la madera de agar se estimó en algo más de USD 10.000 por hectárea de plantación (Rahman et al. 2015). Por otra parte, un estudio realizado en Nepal sugirió que una plantación de 4 hectáreas con árboles inoculados produciría un beneficio neto de alrededor de USD 490.000 por rotación (Thapa et al. 2020).

Además de los beneficios que obtienen los propietarios de plantaciones y huertos familiares, la industria de las plantaciones de madera de agar genera empleos para numerosos trabajadores en las áreas de suministro y apoyo. Por ejemplo, se informó que los propietarios de viveros, los vendedores de árboles y los trabajadores de plantaciones en Bangladesh tenían ingresos mensuales de USD 179–535, USD 119–476 y USD 71–143 respectivamente (Ador et al. 2021).

7 Conclusiones

La taxonomía de las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops* es, como mínimo, confusa, con diferentes nombres científicos para la misma especie en varios casos, y un número incierto de especies en cada género. La conservación de las reservas genéticas de estas especies exige una definición taxonómica clara, de modo que para adelantar un programa de conservación será necesario revisar la taxonomía de estos dos géneros.

Los productos de madera de agar siguen teniendo una gran demanda para muchas aplicaciones comerciales, médicas y culturales. Según los datos de exportación de la CITES, el suministro de productos de plantaciones aumenta anualmente a un ritmo elevado, ya ha suplantado a la madera de agar silvestre como principal origen del producto en el comercio, y se prevé que aumentará aún más en un futuro próximo a medida que más plantaciones alcancen la madurez. Sin embargo, esto no significa que los productos sean equivalentes en calidad; seguirá habiendo una gran demanda de madera de agar silvestre por parte de clientes exigentes, especialmente en el Oriente Medio. En base a los precios del mercado, es evidente que los comerciantes pagarán considerablemente más por la madera de agar silvestre que por la de plantación, y los comerciantes de Indonesia han llegado a decir que tienen dificultades para vender productos derivados de plantaciones. Esto solo ya debería ser suficiente estímulo para que los países gestionen activamente sus poblaciones silvestres de forma sostenible.

La elevada demanda de madera de agar silvestre ha tenido graves consecuencias negativas para los dos principales géneros productores de madera de agar, *Aquilaria* y *Gyrinops*, provocando una amplia disminución de sus poblaciones en toda su área de distribución. Esta demanda seguirá ejerciendo presión sobre las poblaciones remanentes en ausencia de controles adecuados y de un programa eficaz de regeneración asistida. No hay duda, ni la ha habido durante décadas, de que todas las especies productoras de madera de agar han sido explotadas de forma insostenible, con el consiguiente descenso de sus poblaciones debido a la tala legal e ilegal junto con la deforestación. A pesar de la creciente preocupación por estas reducciones, no se cuenta con suficiente información sobre varias de estas especies para que la UICN pueda determinar con precisión su situación. En el caso de las principales especies (*A. malaccensis*, *A. crassna*, *A. khasiana*, *A. rostrata* y *A. macrocarpa*) existen algunos datos, y la UICN las ha clasificado como en peligro crítico o en peligro, mientras que otras ocho especies están registradas como "vulnerables" a la extinción. Tampoco hay datos suficientes de las

especies de *Gyrinops* para una clasificación de la UICN basada en sus poblaciones, aunque la mayoría de estas especies están catalogadas como en peligro por los Estados del área de distribución. Las dificultades para diferenciar las especies y la disminución de las principales especies dieron lugar a la inclusión general de todas las especies de ambos géneros en el Apéndice II de la CITES, y dada la incertidumbre en torno a sus poblaciones, la inclusión está plenamente justificada.

Al parecer, en la mayoría de los casos, los gobiernos han desestimado las abundantes pruebas del declive registrado durante muchos años, en favor de una industria de exportación insostenible. Fue necesario el liderazgo de unos pocos países, especialmente la India e Indonesia, para que estas especies arbóreas fueran incluidas en los listados de la CITES. También es cierto que la mayoría de las iniciativas gubernamentales relativas a la madera de agar siguen estando muy sesgadas hacia el uso y las plantaciones, más que hacia la conservación de las poblaciones silvestres y, por lo tanto, no son eficaces para promover la persistencia a largo plazo de las especies en el medio silvestre (Chen et al. 2019). Esta falta de interés es evidente en la ausencia de DENP válidos para la mayoría de los países (los recientes DENP de la India y Tailandia no pudieron ser evaluados en este estudio), la escasez de datos poblacionales (excepto la información de Malasia, aunque sus datos más recientes tienen más de una década de antigüedad, y algunos datos de la India), y el limitado esfuerzo de aplicación de la ley, reflejado en las pocas condenas obtenidas. Por supuesto, la capacidad sigue siendo un problema importante para los países en desarrollo, pero el hecho de que la madera ilegal siga entrando en los países del Oriente Medio indica claramente que no se están haciendo esfuerzos suficientes para hacer cumplir los controles existentes. Con el desarrollo de las plantaciones, algunos gobiernos han establecido protocolos de registro y cadena de custodia para la exportación de productos de madera de agar. Sin embargo, estos procesos se siguen utilizando en cierta medida para "blanquear" la madera ilegal (ONUDD, 2020; Lim et al. 2022).

Increíblemente (aunque quizás no sea sorprendente), los principales países importadores no han hecho nada para apoyar la conservación de las poblaciones silvestres en los Estados del área de distribución, a pesar de facilitar mercados seguros para la madera de agar y de haber obtenido grandes beneficios gracias a sus negocios de importación/exportación.

Por ejemplo, las donaciones para apoyar el Programa de la CITES sobre Especies Arbóreas, que financia la investigación sobre la madera de agar, han sido realizadas principalmente por la Unión Europea, que importa una cantidad comparativamente minúscula de madera de agar. A fin de facilitar la conservación de las especies de madera de agar, y un suministro sostenido de productos de origen silvestre, los principales países importadores y las empresas deben reconsiderar cómo la demanda creada por sus negocios ha afectado las poblaciones silvestres de madera de agar y dar un paso adelante para proporcionar algún tipo de apoyo con el propósito de mejorar la aplicación de la ley y las actividades de conservación de estas especies. Un mecanismo sería establecer un impuesto de conservación sobre la madera de agar importada que podría dedicarse a la restauración y conservación de árboles silvestres de *Aquilaria* y *Gyrinops* en los Estados del área de distribución. Dado que la madera de agar silvestre tiene un precio mucho más elevado que la de plantación, parecería evidente que a los importadores les convendría ayudar a reconstruir y proteger las poblaciones silvestres sostenibles.

La producción de madera de agar en plantaciones se está convirtiendo en un negocio importante en el centro, el sureste y parte del este de Asia. También proporciona ingresos a los propietarios de huertos familiares y plantaciones de caucho y empleo a los trabajadores de las plantaciones comunitarias. Muchos gobiernos han apoyado el desarrollo de una industria de plantaciones en toda el área de distribución de estas especies y los datos de exportación sugieren que está sustituyendo a la madera de agar silvestre en los mercados internacionales. Sin embargo, la industria de las plantaciones se ha encontrado con varias dificultades, por ejemplo:

- el tiempo transcurrido desde la plantación de plántulas hasta la recolección de la madera de agar, de al menos 8 a 10 años, lo que desanima a algunos agricultores;
- un producto de menor calidad en comparación con la madera de agar silvestre;
- la falta de capacidad para distinguir la madera de plantación de la madera de agar silvestre, lo que da lugar a restricciones;
- la onerosa regulación gubernamental, en algunos casos, para iniciar una plantación;
- la laxitud de la regulación relativa a la cadena de custodia en algunos países, que hace que el origen del producto sea incierto; y
- la falta de un DENP fiable y actualizado que indique cupos de exportación sostenibles.

Ya se ha investigado extensamente sobre la mejor manera de inocular los árboles de las plantaciones, especialmente en China y Malasia. Los resultados indican que la eficacia de la producción de madera de agar depende del nivel de conocimiento de los hongos que están presentes de forma natural en la madera de agar en una localidad determinada, ya que la distribución de los hongos varía incluso dentro de los países. Ninguna técnica de inoculación parece especialmente mejor que otra, aunque el método de causar heridas en los árboles para provocar los procesos naturales es lento y tiene un bajo índice de efectividad. La mayoría de las plantaciones utilizan botellas de goteo para la inoculación de árboles con hongos, mientras que un estudio realizado en la India no logró corroborar los exitosos resultados reportados en China con el uso de inoculantes químicos. Si bien existen inoculantes comerciales, la investigación sobre su eficacia comparativa es limitada o nula, y la mayoría de los propietarios de las plantaciones utilizan los productos comerciales disponibles a nivel local, que a menudo escasean. Es necesario seguir investigando a escala local para determinar los mejores métodos de inoculación en una localidad determinada. En particular, es preciso elaborar modelos que evalúen los múltiples factores que influyen en la producción de madera de agar, incluidos los relacionados con el sitio, la edad del árbol, el momento de la inoculación y la especie arbórea, en lugar de limitarse simplemente al propio inoculante.

Las mejores prácticas para las plantaciones varían con el país e incluso entre las plantaciones, y como la industria es relativamente nueva, los propietarios de las plantaciones y los investigadores todavía están aprendiendo. Sin embargo, ya se dispone de enfoques detallados, que se han incluido en este informe, para la recolección, plantación e inoculación de árboles. Al parecer, algunos propietarios de plantaciones están aprovechando la madera de agar muy pronto tras la inoculación, después de solo dos años o menos. No obstante, hay pruebas de que los compuestos aromáticos se vuelven más densos con el tiempo y, en consecuencia, la calidad de la madera de agar es mejor si se deja en el árbol durante un período más largo. Dado el tiempo que tardan los árboles en crecer hasta alcanzar el tamaño de 10 cm de DAP recomendado para la inoculación, es probable que los propietarios de las plantaciones traten de obtener un rendimiento rápido de su inversión. Sin embargo, es probable que esto suponga sacrificar la calidad del producto y posiblemente también mayores ganancias a más largo plazo.

El marcado de árboles con códigos de barras, el registro de plantaciones y los sistemas de registro para el transporte y la exportación se han convertido en una práctica habitual y funcionan bien con suficientes controles y rigurosidad en la implementación. Los problemas para diferenciar la madera de agar de plantaciones de la silvestre podrían potencialmente superarse con análisis basados en el ADN, así como con el uso de métodos de cromatografía y espectrofotometría. Las dificultades para llevar a cabo estos análisis en los países en desarrollo incluyen el costo, los conocimientos técnicos requeridos y la disponibilidad de equipos y personal para realizarlos. En el extremo de la cadena de valor correspondiente a la importación, un mayor control al momento de la entrada del producto en el país ayudaría considerablemente a combatir la explotación ilegal de árboles de madera de agar silvestres.

Todas las especies de los géneros de madera de agar pueden cultivarse fácilmente a partir de semillas en viveros para luego plantarse en el terreno. Los géneros *Aquilaria* y *Gyrinops* pueden restaurarse en el medio silvestre con programas de conservación específicos, la participación de la comunidad y una mejor aplicación de la ley. En consecuencia, los principales impedimentos para la restauración asistida de las poblaciones de madera de agar son la voluntad política, la capacidad y la disponibilidad de fondos para aplicar los programas correspondientes. Varios países han iniciado programas de restauración, pero su éxito dependerá en gran medida de la imposición de vedas y restricciones a la extracción para proteger los árboles silvestres.

8 Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones se basan en el estudio actual y las recomendaciones pertinentes de la reunión de 2018 sobre la madera de agar en Indonesia.²⁶ Se dividen en sugerencias para los Estados del área de distribución, los países importadores y la CITES en los futuros debates del Comité de Flora. También se incluyen recomendaciones que fueron específicamente formuladas para los principales Estados del área de distribución: Malasia (Lim *et al.* 2022) e Indonesia (Turjaman, 2022), pero que son aplicables a todos los Estados del área de distribución de las especies.

Recomendaciones para los Estados del área de distribución

Dado el deficiente estado de las poblaciones silvestres y la falta de información adecuada sobre los árboles de madera de agar en general, así como el altísimo valor que tiene la madera de agar de origen silvestre, es necesario realizar un trabajo importante y urgente para conservar las poblaciones silvestres restantes, inclusive:

- Desarrollar e implementar muestreos periódicos para establecer datos poblacionales de todas las especies de madera de agar (de plantaciones y silvestres), y formular DENP adecuados con cupos para cada una de las especies de madera de agar.
- Garantizar la protección de los árboles silvestres a través de la aplicación de reglamentaciones y normativas, y también, posiblemente, mediante la ampliación de las áreas protegidas.
- Establecer y/o fortalecer bases de datos nacionales/regionales para la identificación del origen de los especímenes de madera de agar. La base de datos podría contener perfiles específicos del lugar (inclusive perfiles de ADN) de las especies productoras de madera de agar de los Estados del área de distribución.
- Aumentar la capacidad y los conocimientos del personal encargado de hacer cumplir las leyes y de los funcionarios de aduanas para reducir más eficazmente la extracción y exportación ilegal.
- Establecer un sistema de registro nacional para la madera de agar plantada y silvestre.
- Desarrollar un sistema de licencias para los comerciantes (como el "certificado de adquisición

legal" de la India), en el que cualquier actividad ilegal por parte de un comerciante conlleve la pérdida de la licencia comercial.

- Desarrollar e implementar tecnologías en línea para apoyar el proceso de registro y control de las plantaciones, los viveros y los exportadores.
- Controlar la adquisición de plantel parental procedente de tierras privadas o estatales, o comprado internacionalmente.
- Verificar todas las plantaciones mediante inspecciones.
- Aplicar un sistema de permisos de transporte.
- Los Estados exportadores deberían comunicar a la Secretaría de la CITES las muestras de las etiquetas utilizadas y las listas de exportadores, y luego facilitarlas a todas las Partes mediante una Notificación.
- Elaborar y aplicar planes de acción para la conservación de las especies de madera de agar, que incluyan un componente de regeneración natural asistida.
- Considerar la posibilidad de crear un fondo nacional para las especies de madera de agar a fin de recolectar los derechos pagados por los usuarios de las poblaciones productoras de madera de agar. Los fondos deberían destinarse a reforzar la aplicación de las estrategias nacionales para garantizar la conservación y la gestión sostenible de las especies de madera de agar.
- Los programas de plantación de especies de madera de agar deberían tener en cuenta la diversidad genética dentro de cada especie y no deberían trasladar semillas, plántulas o esquejes fuera de su área de distribución.
- Los Estados del área de distribución podrían considerar la posibilidad de negociar y acordar la aplicación de un sistema de clasificación común para los productos de madera de agar basado en los compuestos aromáticos presentes, el color u otras características cuantificables científicamente.
- Los Estados del área de distribución deberían considerar la posibilidad de presentar solicitudes a organismos de financiación como la Organización de Cooperación Forestal de Asia (AFOCO), la OIMT, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y otros a fin de elaborar sus planes de gestión de la madera de agar.

26 <https://cites-tsp.org/wp-content/uploads/2020/02/CITES-Tree-Species-Programme-Regional-Meeting-for-Asia-and-Second-Regional-Workshop-on-the-Management-of-Wild-and-Planted-Agarwood-Taxa-25-to-29-June-2018-Yogyakarta-%E2%80%93-Indonesia-%E2%80%93-Minute.pdf>

- Dado que existen tecnologías para distinguir la madera de agar silvestre de la plantada, se podrían elaborar/negociar planes para establecer un laboratorio regional que lleve a cabo dichos análisis.

Recomendaciones para los países importadores

- Dada la ausencia de financiación para la conservación de las especies de madera de agar, los principales países importadores podrían reflexionar sobre el daño ya causado a las poblaciones silvestres y considerar la posibilidad de ayudar a los Estados del área de distribución a restaurar y recuperar las poblaciones silvestres, ya sea directamente o a través de los organismos internacionales que trabajan por la conservación y la gestión sostenible de los bosques.
- Los países importadores deben adoptar tecnologías para distinguir entre la madera de agar silvestre y la de plantación, y aplicar regularmente estas tecnologías a las muestras de madera de agar que ingresen en su territorio. Además, los países importadores deben mejorar las capacidades y los conocimientos de sus organismos aduaneros para garantizar la importación legal de madera de agar.

Recomendaciones para la CITES

- La CITES debería considerar la posibilidad de obtener financiación para trabajar con un jardín botánico (p.ej. Real Jardín Botánico de Kew) con el fin de desarrollar una taxonomía clara para los dos géneros *Aquilaria* y *Gyrinops*, y luego considerar el listado de las especies a título individual, en parte basado en si son o no especies de madera de agar.
- Es evidente que la mayoría de los países han dedicado un tiempo considerable a desarrollar métodos de plantación, pero un tiempo limitado a transmitir la importancia de los DENP; por consiguiente, la CITES debería considerar la posibilidad de seguir trabajando con los Estados del área de distribución a fin de proporcionar una mejor información y capacitación sobre la elaboración de un DENP.

- Las Partes de la CITES deberían investigar si otras especies productoras de madera de agar (como *Aetoxylon sympetalum*, que es una fuente importante de madera de agar en Sarawak) necesitarían incluirse en el Apéndice II con el fin de establecer reglamentaciones más exhaustivas del comercio internacional.
- Las Partes de la CITES deberían determinar si las reglamentaciones existentes y los cupos de exportación de la CITES proporcionan una salvaguarda adecuada para las especies raras y endémicas que producen madera de agar, como *Aquilaria rostrata*.
- El actual "glosario de productos de madera de agar" requiere más trabajo para reducir su alcance y garantizar la claridad de los términos.
- Todos los productos deberían ser indicados en kilogramos, excepto los especímenes vivos indicados en números.
- El "bloque" y la "pieza" de madera deberían constituir una sola categoría.
- El Comité de Flora debería seguir debatiendo con todos los Estados del área de distribución si la exención del polvo de madera de agar consumido en los controles de la CITES debe mantenerse.
- Se deberían abordar las incoherencias de la base de datos de importación/exportación de madera de agar trabajando con los países a fin de desarrollar términos coherentes para los productos (de acuerdo con el glosario) y especificar que los productos deben indicarse en determinadas unidades de medida. También se podría considerar el desarrollo de un portal en línea para la introducción directa de información que solo acepte ciertos términos y unidades.
- Se debería considerar la posibilidad de ofrecer orientación sobre: (a) la conveniencia de establecer cupos basados en el peso o el volumen; (b) la medida en que dichos cupos se relacionan con el número de árboles maduros en pie, utilizando un enfoque de precaución; y (c) centrarse en el régimen de extracción en lugar de utilizar factores de conversión estándar.

Referencias bibliográficas

- Adhikari, S.R., Pokhrel, K., y Baral, S.D. 2021. Economic value of agarwood and its prospects of cultivation. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology* 9(1): 23-31.
- Ador, M.A.H., Farabi, F., Ahmed, R., Khatun, R., y Haque, M.M.U. 2021. Agar (*Aquilaria agallocha* Roxb.) based small-scale enterprises in Bangladesh: Management, production, marketing and role in socio-economic development. *Trees, Forests and People* 6: 100141.
- Akter, S., Islam, M.T., Zulkefeli, M., y Khan, S.I. 2013. Agarwood production - A multidisciplinary field to be explored in Bangladesh. *Int. Jour. Pharm. Life Sci.* 2: 22–32. doi: 10.3329/ijpls.v2i1.15132
- Ali, M.Y., Sabur, S.A., Rahman, M.S., y Saiyem, M.A. 2021. Commercial Production Practices, Returns and Risk-bearing Ability in the Small-scale Gardening of Agar Plants in Selected Areas of Bangladesh. *American Journal of Agricultural Science, Engineering, and Technology* 5(2): 397-415.
- Anónimo. 2017. Chinese Standards: LY /T 2904-2017 Agarwood (en chino e inglés), LY/T 3223-2020 Quality grading of agarwood.
- Anónimo. 2018. Incense Tree (*Aquilaria sinensis*) Species Action Plan 2018-2022. Departamento de Agricultura, Pesca y Conservación de Hong Kong. https://www.afcd.gov.hk/english/conservation/con_flo/con_flo_con/files/Incense_Tree_SAP_final..pdf
- Ash, A. 2020. First-grade agarwood can cost as much as \$100,000 per kilogram. Why is it so expensive? *Business Insider*, Edición 27 de agosto. <https://www.businessinsider.com/why-agarwood-is-so-expensive-oud-vietnam-2020-8>, Fecha de consulta: marzo 2022.
- Auri, A., Faridah, E. y Hardiwinoto, S. 2021. Agarwood Tree Characteristics based on Different Growing Habitat and Ecophysiological Attributes in the Papuan Tropical Forests. *Journal Sylva Lestari* 9(3): 444-453.
- Azren, P.D., Lee, S.Y., Emang, D., y Mohamed, R. 2019. History and perspectives of induction technology for agarwood production from cultivated *Aquilaria* in Asia: a review. *Journal of Forestry Research* 30(1): 1-11.
- Barden, A., Anak, N.A., Mulliken, T. y Song, M., 2000. *Heart of the matter: agarwood use and trade and CITES implementation for Aquilaria malaccensis*. Traffic International, Cambridge, Reino Unido.
- Bhuiyan, M.N.I., Begum, J., y Bhuiyan, M.N.H. 2009. Analysis of essential oil of eaglewood tree (*Aquilaria agallocha* Roxb.) by gas chromatography mass spectrometry. *Bangladesh Journal of Pharmacology* 4: 24–28. DOI: 10.3329/bjp.v4i1.851
- Blanchette, R.A., Jurgens, J.A., y Beek, H.H.V. 2015. *Growing Aquilaria and production of agarwood in hill agro-ecosystems*. Páginas 66-82 en: *Integrated Land Use Management in the Eastern Himalayas*, editado por K. Eckman y L. Ralte. Akansha Publishing House, Delhi.
- Blaser, J., Frizzo, J., y Norgrove, L. 2021. *Not only timber: the potential for managing non-timber forest products in tropical production forests—a comprehensive literature review*. Serie técnica OIMT No 5^o. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), Yokohama, Japón, y Precious Forests Foundation, Zürich, Suiza.
- Borthakur, N.D., Borah, R.K., Dutta, B.K., y Jayaraj, R.S.C. 2021. Neurozerra conferta Walker. (Beehole Borer) on *Aquilaria malaccensis* Lamk. in Assam. *Indian Forester* 147(3): 276-280.
- Chen, Y., Liu, H., y Heinen, J. 2019. Challenges in the Conservation of an Over-Harvested Plant Species with High Socioeconomic Values. *Sustainability* 11(15): 4194.
- Cheng S.T., Nurulhikma M. I., Ismanizan, I., y Zamri, Z. 2019. Agarwood induction: current developments and future perspectives. *Frontiers in Plant Science* 10: art. 122. doi: 10.3389/fpls.2019.00122.
- Chhipa, H., y Kaushik, N. 2017. Fungal and bacterial diversity isolated from *Aquilaria malaccensis* tree and soil, induces agarospirol formation within 3 months after artificial infection. *Frontiers in Microbiology* 8: 1286. doi: 10.3389/fmicb.2017.01286.
- Chhipa, H., Chowdhary, K., y Kaushik, N. 2017. Artificial production of agarwood oil in *Aquilaria* spp. by fungi: a review. *Phytochemistry Reviews* 16(5): 835-860.
- Chowdhury, M., Rahman, A., Hussain, M.D. y Kabir, E. 2017. The economic benefit of agarwood production through aeration method into the *Aquilaria malaccensis* tree in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 42(1): 191-196.

- Chua, L.S.L., Lee, S.L., Lau, K.H., Nurul-Farhanah, Z., Tnah, L.H., Lee, C.T., Ng, C.H., Ng, K.K.S.Lian, L.C.S., L.S. Leong, L.K. Hoo, N.F. Zakaria, T.L. Hong, L.C. Ting, N.C. Hong, y K.N.K. Siong. 2016. *Conservation Action Plan for the Threatened Agarwood Species Aquilaria malaccensis (Thymelaeaceae) in Peninsular Malaysia*. Instituto de Investigación Forestal de Malasia.
- Chua, L. 2008. Agarwood (*Aquilaria malaccensis*) in Malaysia. *NDF Workshop Case Studies, WG1 - Trees (Taiwan POC 2004): 1–17*.
- Dahham, S.S.T., Ahmed Hassan, Y.M., Khadeer Ahamed, L.E., Abdul Majid, M., y Abdul Majid, A.M. 2015. In vitro antimetastatic activity of agarwood (*Aquilaria crassna*) essential oil against pancreatic cancer cells. *Alex Jour. Med.* DOI: 10.1016/j.ajme.2015.07.001
- Deep, K., y Tajuddin, S.N. 2019. King of scents: Agarwood. *Perfume and Flavorist* 44(3): 41-56. https://bioaromatik.ump.edu.my/images/publication-pdf/AGJ2019__King_of_scents__agarwood.pdf
- Degen B., y Sebbenn, A.M. 2014. *Genetics and Tropical Forests*. Páginas 1-30 en: *Tropical Forestry Handbook*, editado por M. Köhl, y L. Pancel. Springer, Berlín, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41554-8_75-1
- Desa, A.P., Lee, S.Y., Mustapa, M.Z., Mohamed, R.O.Z.I., y Emang, D.I.A.N.A. 2021. Trends in the agarwood industry of Peninsular Malaysia. *Malaysian Forester* 84: 152-168.
- Devi, G. 2021. Agarwood: the precious tree. *Inter. Jour. Res.* 9(7): 294–299.
- Ensar Oud. 2011. *The End of Oud: Part 1. En: Ensar Oud*. Citado: 2 de septiembre de 2022. <https://www.ensaroud.com/blog/the-end-of-oud-part-1/>.
- Espinoza, E.O., Lancaster, C.A., Kreitals, N.M., Hata, M., Cody, R.B., y Blanchette, R.A. 2014. Distinguishing wild from cultivated agarwood (*Aquilaria* spp.) using direct analysis in real time and time of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 28: 281–289.
- Gasson, P. 2011. How precise can wood identification be? Wood anatomy's role in support of the legal timber trade, especially CITES. *IAWA Journal* 32(2): 137-154.
- Gliri, K., Jayaraj, R., Mishra, G., y Bordoloi, S. 2020. *Aquilaria malaccensis* Lamk.: A Potential bioresource for shifting cultivation management, livelihood generation and climate change mitigation in North East India. *Proc. Indian Nat. Sci. Acad.* 86(4): 1287-1289.
- Gratzfeld, J., y Tan, B. 2008. Agarwood - saving a precious and threatened resource. *BG Journal* 5(1): 27-29.
- Jiao, L., Lu, Y., He, T., Guo, J., y Yin, Y. 2020. DNA barcoding for wood identification: Global review of the last decade and future perspective. *IAWA Journal* 41(4): 620-643.
- Jiao L, Yin Y, Cheng Y, y Jiang, X. 2014 DNA barcoding for identification of the endangered species *Aquilaria sinensis*, comparison of data from heated or aged wood samples. *Holzforschung* 68(4): 487-494.
- Jensen, A., y Meilby, H. 2012. Assessing the population status of a tree species using distance sampling: *Aquilaria crassna* (Thymelaeaceae) in Northern Laos. *Inter. Jour. For. Res.* 2012: art. 265831. doi.org/10.1155/2012/265831
- Kalita, J. 2015. Association of *Zeuzera conferta* (Walker) on agarwood formation in *Aquilaria malaccensis* Lamk. *Asian J. Plant Sci. Res.* 5: 4–9.
- Kalra, R., y Kaushik, N. 2017. A review of chemistry, quality and analysis of infected agarwood tree (*Aquilaria* sp.). *Phytochem. Rev.* 16: 1045–1079. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9518-0>
- Kanazawa, K. 2016. Sustainable harvesting and conservation of agarwood: a case study from the Upper Baram River in Sarawak, Malaysia. *Tropics* 24(5). Doi: 10.3759/tropics.MS15-16.
- Kenzo, T., Yoneda, R., Tanaka-Oda, A., y Azani, M.A. 2019. Growth performance and leaf ecophysiological traits in three *Aquilaria* species in Malaysia. *New Forests* 50: 699–715. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-09693-7>
- Kharnaier, S., y Thomas, S.C. 2021. A review on *Aquilaria malaccensis* propagation and production of secondary metabolite from callus. *Jour. Natural Resources* 4(4): 85-94.
- La Frankie, J.V. 1994. Population dynamics of some tropical trees that yield non-timber forest products. *Jour. Econ. Bot.* 48: 301–309. doi: 10.1007/BF02862331
- Lancaster, C., y Espinosa, E. 2012. Evaluating agarwood products for 2-(2 phenylethyl) chromones using direct analysis in real time time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 26: 2649–2656.
- Lee, S.L., Zakaria, N.F., Tnah, L.H., Ng, C.H., Ng, K.K.S., Lee, C.T., Lau, K.H., y Chua, L.S.L. 2022. DNA databases of a CITES listed species *Aquilaria malaccensis* (Thymelaeaceae) as the tracking tools for forensic identification and chain of custody certification. *Forensic Science International: Genetics* 57: 102658.

- Lee, S.Y., Ng, W.L., Mahat, M.N., Nazre, M., y Mohamed, R. 2016. DNA barcoding of the endangered *Aquilaria* (Thymelaeaceae) and its application in species authentication of agarwood products traded in the market. *PLoS one* 11(4): e0154631.
- Lee, S.Y., y Mohamed, R. 2016. The origin and domestication of *Aquilaria*, an important agarwood-producing genus. Páginas 1-20 en: R. Mohammed (ed.), *Agarwood*. Springer, Singapur.
- Li, P.P. 2014. The study of *Aquilaria*. *Inn. Mong. For. Investig. Des.* 37: 116–118.
- Lim, T.W., y Noorainie, A.A. 2010. *Wood for the trees: A review of the agarwood (gaharu) trade in Malaysia*. TRAFFIC – Sudeste Asiático, Petaling Jaya, Selangor, Malasia.
- Lim, T.W., Noorainie, A.A., y Khairul, I.I. 2022. *A review of the agarwood industry in Malaysia*. Resource Stewardship Consultants Sdn. Bhd. Kuala Lumpur, Malasia.
- Liu, H.N., Liu, J.A., y Zhou, G.Y. 2020. First report of *Colletotrichum alienum* causing Anthracnose on *Aquilaria sinensis* in China. *Plant Disease* 104(1): 283.
- Liu, Y., Chen, H., Yang, Y., Zhang, Z., Wei, J., Meng, H., Chen, W., Feng, J., Gan, B., Chen, X. y Gao, Z. 2013. Whole tree agarwood-inducing technique: an efficient novel technique for producing high-quality agarwood in cultivated *Aquilaria sinensis* trees. *Molecules* 18: 3086–3106. doi: 10.3390/molecules18033086.
- Lok, E.H., y Zuhaidi, Y.A. 2018. Growth Performance of Eight Years Old *Aquilaria malaccensis*: Some Management Considerations. *Plant Productivity and Environmental Conservation*. Páginas 75-78 en: *Plant Productivity and Environmental Conservation*, editado por R. Sekeli, AN.M. Roseli, N. Osman, R. Othman, S.A. Hassan, S.H. Ahmad, L.E. Hai, N.M.C. Husin, T.F. Ying, Z. Ishak, P.E.M. Wahab, N.H. Nazaruddin y A.A. Tamizi. *Trans. Malaysian Soc. Plant Physiol.* 25.
- Lok, E.H., y Zuhaidi, Y. A. 2016. Growth and management of *Aquilaria malaccensis* for agarwood a new domestication perspective. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation* 3: 55-60.
- Lok, E.H. 2014. Agarwood: A highly prized forest produce. *FRIM in Focus*, Junio 2014. Págs. 4-5.
- Lok, E., y Zuhaidi, A. 1996. The growth performance of plantation grown *Aquilaria malaccensis* in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 8(4): 573-575.
- Ma, S., Fu, Y., Li, Y., Wei, P., y Liu, Z. 2021. The formation and quality evaluation of agarwood induced by the fungi in *Aquilaria sinensis*. *Industrial Crops and Products* 173: 114129.
- Marium, B., Ahmed, J.U., Fatema, K., y Mozahid, M.N. 2019. Socioeconomic factors responsible for livelihood improvement of agar (*Aquilaria malaccensis*. roxb) oil producers of Maulvibazar District, Bangladesh. *Asian Research Journal of Arts & Social Sciences* 9(4): 1-10.
- Market Watch. 2022. Agarwood Essential Oil Market 2022 Global Industry Leading Players Update, Gross Margin Analysis, Size, Development History, Business Prospect and Industry Research Report 2027. <https://www.marketwatch.com/press-release/agarwood-essential-oil-market-2022-regions-will-have-the-highest-revenue-which-will-emerge-in-importance-in-the-market-2028-2022-08-28>
- Mohd Parid, M., y Lim, H.F. 2003. The sustainability of non-timber forest products: the case of gaharu (*Aquilaria malaccensis*). Páginas 136-145 en: Lim, H.F., Norini, H. y Woon, W.C. (Eds.). *Challenges facing forestry and forest-based industries in the new millennium*. Actas del seminario sobre bosques e industrias forestales: aspectos socioeconómicos y normativos. Instituto de Investigación Forestal de Malasia, Kuala Lumpur.
- Mohamed, R., Jong, P.L., y Kamziah, A.K., 2014. Fungal inoculation induces agarwood in young *Aquilaria malaccensis* trees in the nursery. *Journal of Forestry Research* 25(1): 201-204.
- Mustapa, M.Z., Alias, M.A., Azziz, S.S.S.A., Wong, C.F., Ibrahim, M., Yahaya, R., Bakri, Y.M., y Rajak, N.A. 2022. Agarwood Production of *Aquilaria malaccensis* Using Various Inoculants and Induction Techniques: <https://doi.org/10.37178/ca-c.21.5.085>. *Central Asia and the Caucasus* 23(1): 3042-3052.
- Naef, R. 2011. The volatile and semi-volatile constituents of agarwood, the infected heartwood of *Aquilaria* species: a review. *Flavour and Fragrance Journal* 26(2): 73–87.
- Naziz, P.B., Runima, D., y Supriyo, S. 2019. The scent of stress: Evidence from the unique fragrance of agarwood. *Frontiers in Plant Science* 10: art. 840. doi: 10.3389/fpls.2019.00840.
- Ng, L.T., Chang, T.S., y Azizol, A.K. 1997. A review on agar (gaharu) producing species. *Journal of Tropical Forest Products* 2: 272-285.
- Oldfield, S., Lusty, C., y MacKinven, A. 1998. The world list of threatened trees. World Conservation Press, Cambridge, Reino Unido. 650 págs.

- ONUDD 2020. *World Wildlife Crime Report: Trafficking in protected species*. Viena, Austria.
- ONUDD 2016. *World Wildlife Crime Report: Trafficking in protected species*. Viena, Austria.
- Oud Oil Trading. 2022. *Quality grading*. En: *Oud Oil Trading*. Nueva York, EE.UU. Fecha de consulta: 30 de agosto de 2022. <http://www.oudoiltrading.com/quality-grading/>
- Pandey, S., Rishi, R.R., Jayaraj, R.S.C., Giri, K., Kumar, R., Pandey, A., Juwantha, R., Madaan, S., y Bhandari, M.S. 2019. *Fusarium equiseti* is associated with the wilt and dieback of *Aquilaria malaccensis* in Northeast India. *Forest Pathology* 49(2): e12489.
- Partomihardjo, T., y Semiadi, G. 2006. Case study on NDF of agarwood in Indonesia (*Aquilaria* spp. & *Gyrinops* spp.). Presentación de la CITES - Doc. WG1-C53-P.
- Pasaribu, G., Winarni, I., Gusti, R.E.P., Maharani, R., Fernandes, A., Harianja, A.H., Saragih, G.S., Turjaman, M., Tampubolon, A.P., Kuspradini, H., y Lukmandaru, G. 2021. Current Challenges and Prospects of Indonesian Non-Timber Forest Products (NTFPs): A Review. *Forests* 12(12): 1743.
- Peng, C.S., Osman, M.F., Bahar, N., Zakaria, R., y Rahim, K.A. 2015. Agarwood inducement technology: a method for producing oil grade agarwood in cultivated *Aquilaria malaccensis* Lamk. *Journal of Agrobiotechnology* 6: 1–16.
- Pern, Y.C., Lee, S.Y., Kamarudin, N., y Mohamed, R. 2020. Genetic variation and DNA barcoding of the endangered agarwood-producing *Aquilaria beccariana* (Thymelaeaceae) populations from the Malesia Region. *Forestist* 70(2): 85–94.
- Persistence Market Research. 2019. Global Market Study on Agarwood Chips: The Future Lies in Premium Personal Care. Fecha de consulta: marzo 2022. Resumen en línea en: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/agarwood-chips-market.asp>
- POWO. (2019). *Plants of the world online*. <http://plantsoftheworldonline.org/>
- Rahman, M., Nath, N.M., Sarker, S., Adnan, M., y Islam, M. 2015. Management and economic aspects of growing *Aquilaria agallocha* Roxb. in Bangladesh. *Small-scale Forestry* 14(4): 459–478.
- Rahmawaty, Frastika S., Marpaung R.M.E., Batubara R., y Rauf, A. 2019. Short Communication: Use of Geographic Information System for mapping of *Aquilaria malaccensis* land suitability in North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas* 20: 2561–2568.
- Rozihawati, Z., Wan-Muhammad-Azrul, W., Noor-Baity, Sheriza, M., Hazandy, A., Mohd-Farid, A., y Zaiton, S. 2022. Formulation Of Alternative Media for Fungal Growth and its Application as Agarwood-Inducing Agent in *Aquilaria* Trees. *Journal of Tropical Forest Science* 34: 127–132. <https://www.jstor.org/stable/48645230>
- Santoso, E., Irianto, R.S.B., Sitepu, I.R., y Turjaman, M. 2011. *Better inoculation engineering techniques. Production and utilization technology for sustainable development of eaglewood (Gaharu) in Indonesia*. Informe técnico nº 2. Centro de Conservación y Recuperación Forestal, Agencia de Investigación y Desarrollo Forestal. Ministerio de Bosques, Indonesia. 55 págs.
- Sarkar, P.K. 2019. Improving livelihood through agarwood (*Aquilaria malaccensis* Lam.) based agroforestry systems: an option. *Agriculture & Food: e-Newsletter* 1(6): 139–147.
- Seidel, F., Fripp, E., Adams, A., y Denty, I. 2012. *Trazabilidad de la sustentabilidad: Estudio de las tecnologías electrónicas y semielectrónicas de trazabilidad de maderas*. Serie técnica OIMT No 40. Yokohama, Japón.
- Shen, Y., Tan, X., Zhao, X., Pang, Q., y Zhao, S.J. 2009. Pharmacy, Ribosomal DNA ITS sequence analysis of *Aquilaria sinensis* from different geographical origin in China. *China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy* 24: 539–541.
- Sinly, Say, Chheang Dany, Hort Sothea, y Lim Sopheap. 2022. Rapid Survey Report Agarwood Resources and Trade in Cambodia. Administración Forestal de Camboya, Phnom Penh.
- Sitepu, I.R., Santoso, E., Siran, S.A., y Turjaman, M. 2011. Fragrant wood gaharu: when the wild can no longer provide. Centro de Conservación y Recuperación Forestal. OIMT PD425/06 Rev. 1 (I): “Tecnología de producción y utilización para el desarrollo sostenible de madera de álce (*gaharu*) en Indonesia”.
- Soehartono, T.R. 1999. *Status and distribution of Aquilaria spp. in Indonesia, and the sustainability of the gaharu trade*. Universidad de Edimburgo. Tesis.
- Soehartono, T., y Mardiatuti, A. 1997. The current trade in gaharu in West Kalimantan. *Journal Ilmiah Biodiversitas Indonesia* 1(1).
- Soehartono, T., y Newton, A.C. 2001. Conservation and sustainable use of tropical trees in the genus *Aquilaria* II. The impact of gaharu harvesting in Indonesia. *Biological Conservation* 97(1): 29–41.

- Soehartono, T., y Newton, A.C. 2000. Conservation and sustainable use of tropical trees in the genus *Aquilaria* I. Status and distribution in Indonesia. *Biological Conservation* 96(1): 83–94.
- Subasinghe, S.M.C.U.P. y Hettiarachchi, D.S. 2013. Agarwood resin production and resin quality of *Gyrinops walla* Gaertn. *International Journal of Agricultural Sciences* 3 (1): págs. 357-362.
- Subasinghe, U., Malithi, R.A.P., Withanage, S.W., Fernando, T.H.P.S., y Hettiarachchi, D.S. 2021. A novel agarwood resin inducement method using mycotoxins of selected fungal species. *Research Square*: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-414628/v1>
- Subiakto, A., Santoso, E., y Turjaman, M. 2008. *Uji Produski Binit Tanaman Pengahil Gabaru Secara Generatif Dan Vegetatif*.
- Suharti, S., Pratiwi, P., Santosa, E., y Turjaman, M. 2011. Feasibility study of business in agarwood inoculation at different stem diameters and inoculation periods. *Indonesian Journal of Forestry Research* 8(2): 114-129.
- Sutomo, S., Iryadi, R., y Sumerta, I.M. 2021. Conservation Status of Agarwood-Producing Species (*Gyrinops versteegii*) in Indonesia. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education* 13(2): 149-157.
- Syazwan, S.A., Lee, S.Y., Ong, S.P. y Mohamed, R., 2019. Damaging insect pests and diseases and their threats to agarwood tree plantations. *Sains Malaysiana* 48(3), págs.497-507.
- Synbiowatch. 2017. Agarwood oil. <https://www.synbiowatch.org/commodities/agarwood-oil/?lores> Fecha de consulta: marzo de 2022.
- Tamuli, P., Boruah, P., Nath, S.C., y Leclercq, P. 2005. Essential oil of eaglewood tree: a product of pathogenesis. *Journal of Essential Oil Research* 17(6): 601-604.
- Tan, C.S., Isa, N.M., Ismail, I., y Zainal, Z. 2019. Agarwood induction: current developments and future perspectives. *Frontiers in Plant Science* 10: 122. doi: 10.3389/fpls.2019.00122 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00122/full>
- Tanaka, S., e Ito, M. 2020. DNA barcoding for identification of agarwood source species using trnL-trnF and matK DNA sequences. *Journal of Natural Medicines* 74(1): 42-50.
- Thapa, P., Mandal, R.A., Mathema, A.B., y Poudel, D. 2020. Annual Growth and Benefit Cost Analysis of *Aquilaria malaccensis*. *Asian Journal of Biological Sciences* 13: 346-352.
- Thitikornpong, W., Palanuvej, C., y Ruangrunsi, N. 2018. DNA barcoding for authentication of the endangered plants in genus *Aquilaria*. *Thai Journal of Pharmaceutical Sciences* (TJPS) 42(4).
- Tian, J.J., Gao, X.X., Zhang, W.M., Wang, L., y Qu, L.H. 2013. Molecular identification of endophytic fungi from *Aquilaria sinensis* and artificial agarwood induced by pinholes-infusion technique. *African Journal of Biotechnology* 12(21): 3115–3131.
- Traffic 2004. *World trade in protected species*.
- Turjaman, M. 2022. Study on agarwood producing species (in Indonesia). Instituto Nacional de Investigación e Innovación. Bogor, Indonesia.
- Turjaman, M., & Hidayat, A. 2017. Agarwood-planted tree inventory in Indonesia. En: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 54(1): 012062.
- UNCTAD. 2017. Applicability of traceability systems for CITES listed medicinal plants - Greater Mekong. https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/webditcted2016d7_en.pdf
- Van Thanh, L., Van Do, T., Son, N. H., Sato, T., y Kozan, O. 2015. Impacts of biological, chemical and mechanical treatments on sesquiterpene content in stems of planted *Aquilaria crassna* trees. *Agroforestry Systems* 89: 973–981. doi: 10.1007/s10457-015-9829-3.
- Wang, Z.F., Cao, H.L., Cai, C.X., y Wang, Z.M. 2020. Using genetic markers to identify the origin of illegally traded agarwood-producing *Aquilaria sinensis* trees. *Global Ecology and Conservation* 22: e00958.
- Wang, Y., Hussain, M., Jiang, Z., Wang, Z., Gao, J., Ye, F., Mao, R., y Li, H. 2021. *Aquilaria* species (Thymelaeaceae): distribution, volatile and non-volatile phytochemicals, pharmacological uses, agarwood grading system, and induction methods. *Molecules* 26(24): 7708.
- Wingfield, M.J., Brockerhoff, E.G., Wingfield, B.D., y Slippers, B. 2015. Planted forest health: the need for a global strategy. *Science* 349(6250): 832-836.
- Yang, L., Yang, J.L., Dong, W.H., Wang, Y.L., Zeng, J., Yuan, J.Z., Wang, H., Mei, W.L., y Dai, H.F. 2021. The characteristic fragrant sesquiterpenes and 2-(2-Phenylethyl) chromones in wild and cultivated “Qi-Nan” agarwood. *Molecules* 26(2): 436.
- Zhang, Z., Han, X.M., Wei, J.H., Xue, J., Yang, Y., Liang, L., Li, X.J., Guo, Q.M., Xu, Y.H., y Gao, Z.H. 2014. Compositions and antifungal activities of essential oils from agarwood of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg induced by *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. *Journal of Brazilian Chemical Society* 25: 20–26.
- Zhang, X., Liu, Y., Wei, J., Yang, Y., Zhang, Z., Huang, J., y Liu, Y. 2012. Production of high-quality agarwood in *Aquilaria sinensis* trees via whole-tree agarwood-induction technology. *Chinese Chemical Letters* 23: 727–730.

Apéndice: Cuestionario utilizado para recabar información en Estados del área de distribución

Estudio OIMT-CITES sobre la madera de agar—encuesta para países productores y expertos

Febrero de 2022

Nombre: _____

Organización/entidad: _____

1.0 Poblaciones:

1.1 Silvestres	¿Dispone su país de datos censales sobre las poblaciones naturales de madera de agar? Sí _____ No _____ En caso afirmativo, indique la población total (en hectáreas o número estimado de árboles): _____		
1.2 Plantadas	Si la información está disponible, especifique la superficie de plantaciones de madera de agar (ha) en los siguientes casos:		
	Huertos	Monocultivos	Plantaciones mixtas
De propiedad estatal			
De propiedad comunitaria			
De propiedad privada/ familiar			
De propiedad empresarial			
De otro tipo			
1.3 DENP	¿Cuenta con un DENP existente para alguna especie de madera de agar? _____ En caso afirmativo, ¿para qué especie(s)? (Sírvase adjuntar el DENP si se trata de un documento público) _____ De ser así, ¿en qué año se produjo el DENP?_____¿Se actualizó alguna vez (año)?_____		

2.0 Especies:

2.1 Indique la abundancia relativa aproximada de las principales especies productoras de madera de agar en las poblaciones silvestres de su país, especificando el porcentaje de cada especie en el total de árboles de madera de agar:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2.2 Indique la abundancia relativa aproximada de las principales especies productoras de madera de agar en las poblaciones plantadas en su país, especificando el porcentaje de cada especie en el total de árboles de madera de agar:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

3.0 Diferenciación entre productos de madera de agar plantada y silvestre:

3.1 ¿Tiene su país trabajos de investigación en curso sobre la diferenciación entre la madera de agar natural y la procedente de plantaciones? _____

En caso afirmativo, ¿ha tenido éxito esta investigación? _____

Por favor, explique cualquier técnica que permita distinguir los productos de madera de agar natural frente a los de madera de agar de plantaciones:

4.0 Técnicas de producción:

4.1 Enumere las técnicas de producción de madera de agar más utilizadas en su país:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

4.2 Indique las principales especies de hongos utilizadas en su país por árbol y especie de hongo, de ser posible:

Técnica de infección	Especie arbórea	Especie de hongo

5.0 Gestión de poblaciones:

5.1 Describa las principales técnicas de gestión para garantizar la preservación de las poblaciones silvestres en su país:

5.2 Indique las principales prácticas de establecimiento y gestión de plantaciones en su país:

5.3 ¿Exige su país alguna medida fitosanitaria para la exportación de productos de plantación? Por favor, explique:

6.0 Productos:

6.1 Enumere, por cantidades aproximadas, los volúmenes relativos de productos producidos por su país:

1. (p.ej. madera aserrada - 20% del volumen extraído, xx kg)
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

6.2 Registro: ¿Aplica su país un sistema de registro para los exportadores de productos de madera de agar puros o combinados?

En caso afirmativo, especifique el sistema de registro y desde cuándo se aplica:

--

La madera de agar (también conocida como madera de águila o gaharu) se produce en varios países asiáticos y se utiliza en la producción de incienso, perfumes y pequeñas tallas. El producto se forma en el duramen de los árboles de (principalmente) *Aquilaria* y *Gyrinops* cuando se infectan con un tipo de moho. Se han registrado precios de hasta USD 100.000 por kilogramo para la madera de agar de primera calidad, lo que ha llevado a niveles insostenibles de extracción y a la inclusión de todas las especies de *Aquilaria* y *Gyrinops* en el Apéndice II de la CITES desde 2004.

En agosto de 2019, la 18ª Conferencia de las Partes de la CITES adoptó decisiones destinadas a reforzar las capacidades de las autoridades nacionales para controlar el comercio de especies de madera de agar. La Secretaría de la CITES está aplicando o facilitando la aplicación de estas decisiones, que incluyeron un llamamiento para realizar un estudio sobre las especies productoras de madera de agar.

Este informe sobre las especies productoras de madera de agar, publicado conjuntamente por la OIMT y la CITES, examina el cultivo, las técnicas de inoculación y las mejores prácticas de gestión de las especies productoras de madera de agar y evalúa los recursos de madera de agar silvestre y plantada, así como las tecnologías de transformación, los productos y las prácticas reglamentarias. El informe se basa en los resultados y recomendaciones de diversos talleres sobre la madera de agar convocados por la OIMT y la CITES en 2015, 2018 y 2022.

El taller más reciente, que tuvo lugar en Kuala Lumpur, Malasia, en junio de 2022, contó con la participación de 50 expertos de los Estados del área de distribución y de los Estados importadores con experiencia en la gestión de la madera de agar en el medio silvestre y en plantaciones, quienes examinaron de forma crítica el informe y proporcionaron aportes y recomendaciones para su finalización. El informe y sus recomendaciones para todos los actores interesados se estudiará en la 19ª Conferencia de las Partes de la CITES en noviembre de 2022, lo que contribuirá a una implementación más eficaz de las disposiciones de la CITES para estas importantes especies arbóreas.



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES

International Organizations Center, 5th Floor, Pacifico-Yokohama, 1-1-1, Minato-Mirai, Nishi-ku, Yokohama, 220-0012, Japón
Tel 81-45-223-1110 Fax 81-45-223-1111 Email itto@itto.int Web www.itto.int

© OIMT y Secretaría de la CITES 2022



Impreso en papel reciclado.