

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



Decimonovena reunión de la Conferencia de las Partes
Panamá, 14-25 de noviembre de 2022

EXAMEN DE LAS PROPUESTAS DE ENMIENDA A LOS APÉNDICES I Y II

A. Propuesta

Incluir las especies *Dipteryx alata*, *Dipteryx micrantha*, *Dipteryx odorata* y *Dipteryx oleifera* en el apéndice II de la CITES, de conformidad con el artículo II, párrafo 2a, de la Convención y cumplir el criterio B del anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev.CoP17).

Incluir el resto de especies del género *Dipteryx* en el apéndice II de la CITES por razones de semejanza, de conformidad con el artículo II, párrafo 2b, de la Convención y cumplir el criterio A del anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev.CoP17).

Anotación

Nueva anotación (número por confirmar): designación de trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, madera contrachapada, madera transformada y semillas (o #17 más semillas).

B. Autor de la propuesta

Colombia, Panamá y la Unión Europea*

C. Justificación

1. Taxonomía

1.1 Clase: Magnoliopsida

1.2 Orden: Fabales

1.3 Familia: Leguminosae

1.4 Género, especie o subespecie:

Catorce especies del género *Dipteryx* están reconocidas actualmente, tras una revisión de la nomenclatura realizada en 2020 (Carvalho *et al.*, 2020a). Las especies reconocidas por Carvalho *et al.* (2020a) son las siguientes: *D. alata* Vogel (1837), *D. casiquiarensis* (Pittier) G.P. Lewis y Gasson (2000), *D. charapilla* (J. F. Macbr.) Ducke (1948), *D. ferrea* (Ducke) Ducke (1940), *D. lacunifera* Ducke (1948), *D. magnifica* (Ducke) Ducke (1940), *D. micrantha* Harms (1926), *D. odorata* (Aubl.) Forsyth f. (1794), *D. oleifera* Benth. (1850), *D. polyphylla* Huber (1913), *D. punctata* (S.F.Blake) Amshoff (1939), *D. rosea* Spruce ex Benth. (1860), *D. tetraphylla* Benth. (1860) y *D. trifoliolata* (Ducke) Ducke (1940). La presente propuesta sigue a Carvalho *et al.* (2020a), que también se

* Las denominaciones geográficas empleadas en el presente documento no implican juicio alguno por parte de la Secretaría de la 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.

propone como referencia taxonómica para el género. Antes de la revisión de 2020, la última revisión taxonómica publicada de *Dipteryx* se completó hace 80 años (Ducke, 1940).

Existe una incertidumbre taxonómica considerable en relación con el género *Dipteryx*. Por ejemplo, la base de datos «Plants of the World Online» del Real Jardín Botánico de Kew (POWO, 2021) no reconoce las especies *D. casiquiarensis* ni *D. trifoliolata* y la base de datos «GlobalTreeSearch» de Botanic Gardens Conservation International no reconoce *D. casiquiarensis*, *D. ferrea*, *D. tetraphylla* ni *D. trifoliolata* (BGCI, 2021a). En 2021, Carvalho *et al.* (2021) publicaron una propuesta de conservación del nombre para cambiar el nombre de la *D. oleifera* a su sinónimo *Coumarouna panamensis* (*D. panamensis*), sobre la base de que *C. panamensis* y *D. panamensis* son nombres más establecidos para la especie y se han utilizado en numerosas floras nacionales y regionales, publicaciones gubernamentales y estudios ecológicos y socioeconómicos a largo plazo. Está en curso otra revisión sistemática del género *Dipteryx*, basada en datos morfológicos y moleculares (Carvalho *et al.*, en prep.; Carvalho *et al.*, 2020a); al parecer, esta revisión considerará *D. trifoliolata* como sinónimo de *D. punctata*, *D. casiquiarensis* como sinónimo de *D. magnifica*, y *D. tetraphylla* como sinónimo de *D. odorata* (Carvalho com. pers. a Forest Trends, 2021; 2022).

1.5 Sinónimos científicos:

Dipteryx alata: *Coumarouna alata* (Vogel) Kuntze (1891), *Dipteryx pterota* Mart. (1837).

Dipteryx casiquiarensis: *Taralea casiquiarensis* Pittier (1943).

Dipteryx charapilla: *Coumarouna charapilla* J.F.Macbr. (1943).

Dipteryx ferrea: *Coumarouna ferrea* Ducke (1934).

Dipteryx lacunifera: *Coumarouna lacunifera* Ducke (1948).

Dipteryx magnifica: *Coumarouna magnifica* Ducke (1934).

Dipteryx micrantha: *Coumarouna micrantha* (Harms) Ducke (1940).

Dipteryx odorata: *Baryosma tongo* Gaertn. (1790), *Coumarouna odorata* Aubl. (1775), *Heinzia peregrina* J.F.Gmel. (1791).

Dipteryx oleifera: *Coumarouna oleifera* (Benth.) Kuntze (1891), *Coumarouna panamensis* Pittier (1917), *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell (1924), *Oleiocarpon panamense* (Pittier) Dwyer (1965).

Dipteryx polyphylla: *Coumarouna polyphylla* (Huber) Ducke (1922).

Dipteryx punctata: *Coumarouna punctata* S.F.Blake (1924).

Dipteryx rosea: *Coumarouna rosea* (Spruce ex Benth.) Taub. (1891).

Dipteryx tetraphylla: *Coumarouna odorata* var. *tetraphylla* (Spruce ex Benth.) Ducke (1925). *Coumarouna tetraphylla* (Spruce ex Benth.) Taub. (1891).

Dipteryx trifoliolata: *Coumarouna trifoliolata* Ducke (1938).

1.6 Nombres comunes:	inglés:	Cumarú, Tonka
	francés:	Cumarú, Tonka, Gaiac De Cayenne
	español:	Cumarú, Shihuahuaco, Almendro, Almendrillo, Charapilla, Sarrapia
	portugués:	Cumarurana, Champanha, Cumarú Ferro, Cumarú-Roxo, Cumarú
	chino:	香二翅豆木

1.7 Números de código:

2. Descripción general

Dipteryx es un género taxonómicamente complejo que abarca 14 especies de árboles grandes, emergentes y de crecimiento lento, distribuidos en América Central y América del Sur. El género es explotado por su valiosa madera dura (a menudo comercializada con los nombres «cumaru» o «shihuahuaco»), así como por sus semillas, conocidas como sarrapia, para las que hay demanda a escala internacional para su uso en las industrias alimentaria, de las fragancias y del tabaco. En varios Estados del área de distribución, las *Dipteryx* spp. también son importantes a escala local para la alimentación, la medicina tradicional, carbón vegetal, aceite y como árboles de sombra en los sistemas agroforestales de cacao.

El mercado internacional de la madera de *Dipteryx* se está expandiendo y el género produce parte de la madera más cara comercializada a escala mundial. Aunque las principales rutas comerciales de la madera de *Dipteryx* y la sarrapia siguen sin estar claras, Brasil, Colombia, Perú y el Estado Plurinacional de Bolivia son grandes exportadores de la madera y la República Bolivariana de Venezuela y Brasil parecen ser los principales productores de sarrapia (principalmente de las semillas de *D. punctata* y *D. odorata*), aunque también se ha informado de una creciente demanda de semillas de *D. alata* procedentes de Bolivia. Europa, los Estados Unidos de América (EE. UU.) y la República Popular China son importadores clave de madera de *Dipteryx*. Bolivia exportó aproximadamente 3,5 millones de kg de cumaru a la Unión Europea (UE) tan solo en 2019 y las exportaciones desde Brasil a los EE. UU. y a la UE durante el período 2018-2021 fueron de unos 11 millones de kg y 7 millones de kg, respectivamente. El género *Dipteryx* (comercializado como shihuahuaco) representó el 80 % de todas las exportaciones de madera procedentes de Perú en 2015.

Las *Dipteryx* spp. se enfrentan a la deforestación y la degradación del hábitat en toda su área de distribución mundial, y la explotación forestal aumenta considerablemente la presión sobre las poblaciones silvestres. Además, el comercio de semillas recolectadas de poblaciones silvestres puede dar lugar a una reducción de la regeneración de las poblaciones de *Dipteryx* spp. Se sabe que estas amenazas actúan de manera sinérgica con el lento crecimiento intrínseco del género y el largo tiempo necesario para alcanzar el tamaño reproductivo para provocar una reducción de la población y se ha observado que la recolección continua de *D. odorata* repercute en la viabilidad de algunas poblaciones. La *D. alata* está clasificada como «vulnerable» a escala mundial en la Lista Roja de la UICN y se observa que ha experimentado una disminución de su población de entre el 30 % y el 50 % debido a la explotación forestal no sostenible y selectiva en el pasado y a la continua pérdida de hábitat. La *D. odorata* y la *D. micrantha* están clasificadas como «datos insuficientes» a escala mundial, pero se consideran en declive debido a la sobreexplotación para obtener madera. Un proyecto de evaluación independiente de la *D. micrantha* clasificó provisionalmente a la especie como «en peligro» a escala nacional en Perú, con arreglo a los criterios de la Lista Roja de la UICN. La *D. oleifera* (sin. *D. panamensis*), clasificada como «vulnerable» en las listas rojas nacionales tanto de Colombia como de Costa Rica, fue incluida en el apéndice III de la CITES en 2003 por Costa Rica y en 2007 por Nicaragua debido a la preocupación acerca de la sostenibilidad del comercio; la especie se sigue explotando ampliamente en Colombia.

Sobre la base de la disminución y la fragmentación de la población causadas por la continua explotación forestal intensiva, así como la vulnerabilidad biológica a la sobreexplotación debido al lento crecimiento intrínseco y a la maduración tardía, las especies *D. alata*, *D. micrantha*, *D. odorata* y *D. oleifera* parecen cumplir las condiciones del criterio B del anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17). En muchos casos, las *Dipteryx* spp. se comercializan indistintamente como madera debido a la incertidumbre taxonómica y a la dificultad para distinguir las especies entre sí en función de las características morfológicas de la madera. Por consiguiente, también se propone la inclusión de las especies restantes del género en el apéndice II, de conformidad con el criterio A del anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17).

Aunque sigue sin estar clara la magnitud total del comercio internacional de semillas de *Dipteryx* (o sarrapia), se propone una nueva anotación que controlaría tanto los productos madereros incluidos actualmente en la anotación #17 como las semillas como medida cautelar, debido a que el comercio de madera constituye una amenaza conocida y en el entendimiento de que la recolección de semillas y el comercio posterior pueden actuar como un factor de estrés adicional o incluso sinérgico sobre la regeneración y la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de *Dipteryx* spp.

3. Características de las especies

3.1 Distribución

Dipteryx es un género muy extendido, que está presente en varios países de América Central y América del Sur (POWO, 2021). Aunque existe cierta variación en la literatura científica con respecto a las distribuciones de algunas *Dipteryx* spp., el género parece ser autóctono de la República Bolivariana de Venezuela (en lo sucesivo, Venezuela), Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa¹, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Estado Plurinacional de Bolivia (en lo sucesivo, Bolivia) y Surinam (BGCI, 2021a; POWO, 2021). La presencia del género en las Bahamas, Dominica y Trinidad y Tobago como poblaciones autóctonas o introducidas sigue siendo incierta (Requena Suárez, 2017a).

La *Dipteryx alata* está presente en Brasil, Bolivia y Paraguay, y también puede encontrarse en Perú (Requena Suárez, 2021). En Brasil, la especie está presente en doce estados y, al parecer, está distribuida en aproximadamente el 72 % de la ecorregión del Cerrado (Requena Suárez, 2021). Una evaluación de la Lista Roja de la UICN realizada en 2017 estimó que la extensión de presencia (EOO) de la especie era de 6,92 millones de km², pero no proporcionó ninguna estimación del área de ocupación (AOO) (Requena Suárez, 2021).

Dipteryx casiquiarensis: se informó del espécimen tipo de la especie procedente de Venezuela (Carvalho *et al.*, 2020a); sin embargo, no está claro si la especie está presente en otros Estados del área de distribución.

Dipteryx charapilla: según la evaluación de la Lista Roja de la UICN de 1998 en relación con la especie, la *D. charapilla* solo está presente en el Departamento de Loreto en Perú (CMVC, 1998b). Sin embargo, la evaluación está marcada como «requiere actualización» y la Flora de Brasil de 2020 también informa de que la especie está presente en Acre y Amazonas (Brasil) (Carvalho *et al.*, 2020b).

La *Dipteryx ferrea* se encuentra en Bolivia (norte), Brasil (norte) y Perú (García-Davila *et al.*, 2020; POWO, 2021). Sin embargo, Honorio Coronado *et al.* (2020) informan de la presencia de esta especie solo en Bolivia y Perú.

La *Dipteryx lacunifera* es una especie endémica brasileña (BGCI, 2021a; POWO, 2021). La evaluación de la Lista Roja de la UICN de 2018 IUCN en relación con la especie señala una EOO de 217 062 km², pero una AOO estimada de tan solo 176 km² (BGCI y IUCN SSC GTSG, 2019a).

Dipteryx magnifica: según la POWO (2021), la especie está presente en Brasil, Colombia y Venezuela. Por el contrario, la BGCI (2021a) considera que Ecuador, Perú y Venezuela son los Estados del área de distribución de la especie. Sin embargo, la investigación taxonómica indica que en Perú solo están presentes tres especies de *Dipteryx*: *D. charapilla*, *D. ferrea* y *D. micrantha* (García-Davila *et al.*, 2020). En Venezuela, se ha informado de la presencia de la especie en el estado meridional de Amazonas (Funk *et al.*, 2007).

Se ha informado de la presencia de *Dipteryx micrantha* en Brasil (norte), Colombia, Ecuador y Perú (Carvalho, com. pers. a Forest Trends, 2021). Sin embargo, otras fuentes también mencionan a Bolivia como Estado del área de distribución (Requena Suárez, 2017b; BGCI, 2021a; POWO, 2021) y la BGCI (2021a) no considera que la especie esté presente en Colombia. La evaluación de la Lista Roja de la UICN de 2017 estima una EOO de 2 258 505 km² para la especie (Requena Suárez, 2017b).

La *Dipteryx odorata* se considera autóctona de Brasil (norte, noreste y centro oeste), Guayana Francesa, Guyana, Surinam y Venezuela (Carvalho, com. pers. a Forest Trends, 2021). En Venezuela, la especie se encuentra en los estados de Amazonas (sur), Bolívar (centro este) y Delta Amacuro (noreste) (Funk *et al.*, 2007). La evaluación de la Lista Roja de la UICN de 2017 en relación con la especie incluye, además, a Bolivia, Colombia y Honduras como Estados del área de distribución, pero no a Surinam (Requena Suárez, 2017a). La evaluación también señala la presencia o introducción inciertas de *D. odorata* en las Bahamas, Dominica y Trinidad y Tobago

¹ Departamento de ultramar de Francia.

(Requena Suárez, 2017a). La POWO (2021) también considera que Colombia es un Estado del área de distribución y la BGCI (2021a) incluye, además, a Bolivia, Colombia y Trinidad y Tobago como Estados del área de distribución. La *D. odorata* también se incluyó en una lista de plantas medicinales de 2012 de Trinidad y Tobago (Barclay, 2012). Aunque tanto la POWO (2021) como la BGCI (2021a) mencionan a Perú como Estado del área de distribución, investigaciones taxonómicas recientes (Aldana Gomero *et al.*, 2016; Garcia-Davila *et al.*, 2020) indican que la *D. odorata* no está presente el país. La EOO de la especie se estima en 9 670 054 km² (Requena Suárez, 2017a).

Dipteryx oleifera: la información más reciente disponible sobre esta especie, facilitada por Zamora y Carvalho (com. pers. a Forest Trends, 2021), indica la distribución de la especie como Colombia, Costa Rica, Nicaragua y Panamá. Otras fuentes incluyen, además, a Ecuador y Honduras como Estados del área de distribución (BGCI, 2021a; Condit, 2021; POWO, 2021). Se informó de que la especie tenía una gran distribución, con una EOO estimada de 541 000 km² (Condit, 2021), aunque las cifras facilitadas para la EOO y la AOO son las mismas, lo que parece poco probable para una especie muy extendida. Además, la EOO se reduciría si se confirma que la especie no está presente en Ecuador y Honduras.

La ***Dipteryx polifilla*** está presente en Brasil y Colombia (BGCI, 2021a; Hills, 2021; POWO, 2021). Una evaluación de la Lista Roja de la UICN en relación con la especie realizada en 2020 estima una EOO de 690 946 km² y una AOO mínima de 100 km² (Hills, 2021).

La ***Dipteryx punctata*** es autóctona de Brasil, Colombia, Guayana Francesa, Guyana, Surinam y Venezuela (BGCI e IUCN SSC GTSG, 2019b; BGCI, 2021a; POWO, 2021). En Venezuela, la especie se encuentra en los estados de Amazonas (sur) y Bolívar (centro este) (Funk *et al.*, 2007).

Tanto la BGCI (2021a) como la POWO (2021) mencionan la ***Dipteryx rosea*** como autóctona de Brasil, Perú y Venezuela. En Venezuela, la especie se encuentra en los estados de Amazonas (sur) y Bolívar (centro este) (Funk *et al.*, 2007). Además, la POWO (2021) y Ruiz *et al.* (2015) incluyen a Colombia como Estado del área de distribución.

Se ha informado de que la ***Dipteryx tetraphylla*** es endémica del norte de Brasil (POWO, 2021).

Dipteryx trifoliolata: se informó del espécimen tipo de la especie procedente de Brasil (Carvalho *et al.*, 2020a). Sin embargo, no está claro si la especie está presente en otros Estados del área de distribución y, según Carvalho (com. pers. a Forest Trends, 2021), la *D. trifoliolata* podría realmente ser un sinónimo de la ***D. punctata***.

3.2 Hábitat

Las especies de *Dipteryx* se encuentran en selvas tropicales, bosques estacionalmente secos y superficies forestales (POWO, 2021). La ***D. alata*** se encuentra en la sabana (Requena Suárez, 2021), mientras que la *D. micrantha* y la ***D. odorata*** son especies de selvas tropicales y se encuentran en bosques antiguos en toda la cuenca del Amazonas (Requena Suárez, 2017a y 2017b). Si bien la ***D. micrantha*** puede encontrarse desde llanuras aluviales hasta bosques de montaña con un límite superior de elevación de 800 m (Requena Suárez, 2017b), la ***D. odorata*** crece mejor en lugares bien drenados cubiertos de grava o arena, con un límite superior de elevación de 500 m (Requena Suárez, 2017a). La ***D. oleifera*** crece en bosques húmedos y muy húmedos en la zona atlántica desde Nicaragua hasta Colombia, a altitudes de entre 0 y 1 300 m (Fleisswasser, 2014), en zonas con temperaturas medias anuales de entre 24 °C y 30 °C y precipitaciones medias anuales de entre 3 500 mm y 5 500 mm (Vozzo, 2002 en Schmidt, 2009).

3.3 Características biológicas

Dipteryx es un género neotropical extendido de árboles emergentes que crecen hasta 150 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y entre 35 m y 60 m de altura (Terborgh y Wright, 1994; Reynel *et al.*, 2003 en Putzel *et al.*, 2011). El género es de crecimiento lento, con especies que tardan una media estimada de entre 46 y 177 años en alcanzar los 30 cm de diámetro (Clark y Clark, 2001), tamaño al que se observó que los especímenes de ***D. oleifera*** alcanzaban la madurez reproductiva y empezaban a producir frutos (Hanson, obs. pers. en Hanson *et al.*, 2006). Sin embargo, en un estudio se informó de un tiempo de maduración más corto y una vida productiva de seis y cincuenta años, respectivamente, para la ***D. alata*** en sistemas agroforestales (Carvalho, 1994 en Vennetier *et al.*, 2012). Se ha informado de que las *Dipteryx* spp. producen frutos cada más de un año (Pinto *et*

al., 2008; Pérez y Souto, 2011). Un estudio fenológico a largo plazo de la *D. odorata* durante el período 1974-2000 en dos centros de estudio de la Amazonia brasileña constató que la floración se producía anualmente, pero la producción de frutos maduros ocurría a intervalos de entre 1 y 7 años (Pinto *et al.*, 2008). Del mismo modo, se informó de que las *Dipteryx* spp. (identificadas como *D. odorata* o posiblemente *D. punctata*) del sur de Venezuela producían frutos a intervalos de tres años (Pérez y Souto, 2011). Se ha señalado una producción media de frutos por árbol de 150 kg en el caso de la *D. alata* (Teixeira y Zuniga, 2016) y de entre 10 y 20 kg en el de la *D. odorata* (o posiblemente *D. punctata*) (Pérez y Souto, 2011). Además, solo un «pequeño porcentaje» de árboles maduros puede producir frutos en un año determinado (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2011).

La *D. alata* puede crecer hasta 50 m de altura y 1,7 m de diámetro (Requena Suárez, 2021). La *D. alata* es polinizada por abejas y sus frutos son dispersados por mamíferos, tales como murciélagos y monos (Collevatti *et al.*, 2010). Se ha observado que la fragmentación del hábitat obstaculiza la dispersión de semillas de *D. alata* por parte de los mamíferos (Requena Suárez, 2021).

La *D. micrantha* puede alcanzar hasta 1,5 m de diámetro y 40 m de altura, con raíces de contrafuerte de hasta 2 m (Romo *et al.*, 2019). La especie puede regenerarse en bosques maduros y de sucesión tardía, así como en una variedad de hábitats, desde llanuras aluviales hasta bosques de montaña (Romo *et al.*, 2004a). Si bien es tolerante a la sombra en las fases de plántula y brizal, la especie requiere luz para llegar a las clases de tamaño más grandes (Romo *et al.*, 2004a). Se ha detectado la presencia de árboles de tamaño medio (postes y jóvenes) en bajas densidades en condiciones naturales, sin explotar, en comparación con otras clases de tamaño (Romo *et al.*, 2004a). Un estudio sobre los anillos de crecimiento de la *D. micrantha* realizado por Jenkins (2009) en la región peruana de Madre de Dios señaló una tasa media de crecimiento anual de 2,77 mm en los primeros 100 anillos/años y una de 0,86 mm después de 300 anillos/años, lo que indica un crecimiento extremadamente lento similar al de otras especies arbóreas con madera muy dura y densa. Se ha informado de que la *D. micrantha* alcanza la madurez reproductiva con un DAP mínimo de 40 cm (Romo, obs. pers. en Romo *et al.*, 2004a). Al parecer, la especie puede vivir más de mil años (Chamber *et al.*, 1998).

La *D. odorata* es una especie que requiere luz y alcanza una altura de entre 25 m y 40 m, con un diámetro de tronco de alrededor de 1 m. La especie está presente en densidades muy bajas. Vinson *et al.* (2015) informaron de que la especie alcanza el tamaño de fructificación (madurez reproductiva) con un DAP mínimo de 39 cm. En Pará (Brasil), la especie florece entre agosto y octubre y fructifica entre abril y julio (OIMT, 2017 en Requena Suárez, 2017a). Sus flores son polinizadas por insectos y colibríes y sus frutos son dispersados principalmente por murciélagos (Vinson *et al.*, 2015). Se calcula una edad adulta máxima de 1 200 años para la especie (Chamber *et al.*, 1998).

La *D. oleifera* crece hasta 40 m de altura. Se estima una edad adulta máxima de 330 años para la *D. oleifera* (Clark y Clark, 1992). El crecimiento de la especie es extremadamente lento en condiciones forestales naturales (Clark y Clark, 1992). Los frutos de la *D. oleifera* son dispersados por murciélagos frugívoros grandes, que dejan las semillas en sus lugares de descanso después de alimentarse con la pulpa de los frutos, y por mamíferos terrestres, como agutíes y ardillas, que acumulan y entierran las semillas (Ruiz, 2008). En Panamá, la distancia media de dispersión de las semillas de *D. oleifera* por roedores fue de menos de 3 m del árbol madre, aunque algunas fueron trasladadas a más de 10 m (Dittel *et al.*, 2015).

3.4 Características morfológicas

Las *Dipteryx* spp. presentan raquis de hojas aplanadas, folíolos asimétricos, frutos drupáceos y una arquitectura única de flores papilionadas, con pétalos muy diferenciados en estandarte, alas y quilla, y un cáliz con lóbulos laterales extendidos en forma de alas (Polhill y Raven, 1981 en Carvalho *et al.*, 2020a).

La *D. micrantha* tiene grandes contrafuertes y un tronco característico de color salmón (Cintra y Horna, 1997).

La *D. odorata* tiene una corteza gris lisa y hojas pinnadas, alternas y brillantes de color verde oscuro, con flores de color blanco pálido con alas y un pétalo de quilla entre rosa y rosa blanquecino. La especie tiene una pequeña copa redondeada y semillas negras, arrugadas y aromáticas. El duramen fresco es marrón rojizo o marrón púrpura, con vetas de color marrón amarillento claro o púrpura;

tras la exposición, se vuelve gradualmente de color marrón claro o marrón amarillento uniforme. La albura tiene un distintivo color marrón amarillento (USDA Forest Service, s.a.).

Los frutos de la *D. oleifera* son drupas de entre 4 cm y 6 cm de longitud y 3 cm de ancho. Las semillas tienen una longitud de entre 3 cm y 3,5 cm y una anchura de 1,2 cm a 1,5 cm y están rodeadas de un tegumento marrón. El período de floración comienza en julio y finaliza en febrero, mientras que el período de fructificación va de septiembre a abril (Stevens *et al.*, 2001 en Fleisswasser, 2014).

3.5 Papel de la especie en su ecosistema

Las especies *D. alata*, *D. micrantha*, *D. odorata* y *D. oleifera* proporcionan lugares de nidificación para aves amenazadas. El Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú de 2018 afirma que la explotación forestal de las *Dipteryx* spp. en el país había dado lugar a la pérdida de nidos y árboles jóvenes y a una menor disponibilidad de lugares de nidificación para la harpía (*Harpia harpyja*), clasificada como «vulnerable» a escala nacional y como «Casi amenazada» a escala mundial (SERFOR, 2018). Las cavidades en los troncos de los árboles de *D. micrantha* son utilizados como nidos por el guacamayo escarlata (*Ara macao*), incluido en el apéndice I de la CITES, y otras especies de aras amenazadas, como el guacamayo rojo (*Ara chloroptera*), y las aves vuelven año tras año (Brightsmith, 2005). Además, la *D. micrantha* es una especie importante de árboles de nidificación para el águila crestada de Perú (*Morphnus guianensis*), vulnerable a escala nacional (Begazu, 2021). Del mismo modo, la disminución de la *D. oleifera* en Costa Rica se consideró la causa de la disminución del guacamayo ambiguo (*Ara ambiguus*), clasificado como «en peligro crítico», en ese país (Bjork y Powell 1995; Chassot y Monge, 2002). A pesar de los programas de plantación de árboles *Dipteryx* en Costa Rica, que pueden producir árboles fructíferos, los árboles adultos grandes con cavidades utilizables para la nidificación de aras son irremplazables, ya que tardan cientos de años en crecer (Brightsmith, 2005). En Nicaragua, también se observó que la *D. oleifera* proporcionaba aproximadamente el 80 % de la dieta de la especie *A. ambiguus* y el 90 % de sus lugares de nidificación (Gobierno de Nicaragua, 2006a).

Los frutos, las semillas y las flores de las *Dipteryx* spp. son importantes fuentes de alimento para numerosas especies de mamíferos, aves e insectos, tales como murciélagos, papagayos, agutíes, pecaríes, ciervos, tapires, colibríes y abejas (Terborgh y Wright, 1994; Romo *et al.*, 2004b; Gobierno de Nicaragua, 2006a; Vinson *et al.*, 2015). La *D. oleifera* se clasifica como especie clave porque fructifica durante un período de escasez de alimentos para animales frugívoros (de Stevens y Putz, 1984; Hanson *et al.*, 2006). Además, los anchos contrafuertes de las *Dipteryx* spp. hacen que estos árboles sean ecológicamente importantes tanto para la integridad estructural de los bosques mientras están en pie (Clark y Clark, 2001) como para las grandes lagunas creadas cuando caen, facilitando el crecimiento sucesional de los bosques (Romo *et al.*, 2004a). Las *Dipteryx* spp. también desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático en los bosques amazónicos, debido a su elevada densidad forestal y a su capacidad de almacenamiento de carbono (Goodman *et al.*, 2012; 2014).

4. Situación y tendencias

4.1 Tendencias de hábitat

Las *Dipteryx* spp. están presentes en las selvas tropicales amazónicas de Brasil y Perú (Requena Suárez, 2017b; Romo *et al.*, 2019), las sabanas de Brasil, Bolivia y Paraguay (POWO, 2021) y las selvas tropicales de Colombia, Costa Rica, Nicaragua y Panamá (Fleisswasser, 2014). Todos estos hábitats están cada vez más amenazados por la deforestación y la degradación forestal (FAO, 2020; Vancutsem *et al.*, 2021; véase la sección 4.5), la explotación forestal (Antongiovanni *et al.*, 2020), la conversión de tierras a la agricultura (Mantovani y Pereira 1998; Fleisswasser, 2014; Antongiovanni *et al.*, 2020) y el cambio climático (IPCC, 2019; Marengo *et al.*, 2018).

Las selvas tropicales de América Central, por ejemplo, han sido objeto de una deforestación importante para plantaciones frutales y pastos (Fleisswasser, 2014). Los principales hábitats forestales de Brasil, en los que están presentes al menos once de las catorce *Dipteryx* spp. reconocidas (Carvalho *et al.*, 2020a; BGCI, 2021a; POWO, 2021, véase la sección 3), están en declive (WWF, 2021). El ritmo de destrucción de la región amazónica había disminuido en Brasil entre 2004 y 2012, pero, como se ha documentado ampliamente, ha empezado a aumentar de forma considerable, sobre todo desde 2019 (véase la sección 4.5). Por ejemplo, en la cuenca del río Xingú,

en el estado de Pará, al parecer se talaron 196 árboles por minuto en marzo y abril de 2021, lo que supone un aumento del 40 % en comparación con el mismo período en 2020 (RedeXingu, 2021). Los bosques estacionalmente secos, incluida la ecorregión de Caatinga, caracterizada por arbustos y bosque espinoso, se ven cada vez más amenazados por el pastoreo, la explotación forestal y los incendios (Antongiovanni *et al.*, 2020).

Las sabanas de Brasil, Bolivia y Paraguay, incluida la ecorregión del Cerrado, en la que está presente la *D. alata*, también están amenazadas (Espírito-Santo *et al.*, 2016). Alrededor del 67 % del Cerrado ya se ha transformado completamente para la agricultura o se ha modificado de manera importante (Mantovani y Pereira 1998).

4.2 Tamaño de la población

No se dispone de datos sobre la población de ninguna especie de *Dipteryx* en toda su área de distribución. Sin embargo, aunque hay poca información sobre el número actual de especímenes maduros, el crecimiento de estas especies es muy lento y suelen darse en densidades bajas (Vinson *et al.*, 2015).

Se informó de que la *D. alata* se encontraba «en abundancia y en buen estado de conservación» en el este de Bolivia (Moraes, com. pers., en Requena Suárez, 2021) y ocupaba aproximadamente el 72 % de la ecorregión brasileña del Cerrado (Requena Suárez, 2021). Sin embargo, también se sospechaba que la población mundial de *D. alata* había experimentado una disminución de la población de entre el 30 % y el 50 % en las últimas tres generaciones, sobre todo como consecuencia de la conversión de hábitats en el Cerrado y la explotación maderera (Requena Suárez, 2021).

Todas las estimaciones de densidad que pudieron identificarse para la *D. micrantha* proceden de Perú. Los datos de 356 parcelas forestales permanentes en bosques primarios en una serie de ubicaciones de la Amazonia peruana, que abarcan un total de 165 ha, registraron un total de 66 especímenes de *D. micrantha* (equivalente a 0,19 especímenes por hectárea) (Honorio Coronado *et al.* 2018), lo cual es similar a la estimación de 0,29 especímenes por hectárea con un DAP superior a 51 cm en Madre de Dios y 0,2 especímenes por hectárea en Ucayali registrados por Romo *et al.* (2019); estas son dos de las principales áreas de ocupación en el país y en las que están ubicadas muchas concesiones de explotación forestal. Sin embargo, Espinosa y Valle (2020) registraron una mayor densidad de población, de 0,71 especímenes por hectárea, en una concesión para la conservación forestal en Madre de Dios y constataron que la especie era «abundante» en la estación biológica Cocha Cashu (también en Madre de Dios) (1,75 especímenes por hectárea) y presentaba una abundancia ligeramente inferior en la región circundante (1,25 especímenes por hectárea) (Díaz-Martín *et al.*, 2014).

Un estudio realizado en Brasil en 2012 en tres inventarios forestales que practicaban la explotación forestal de impacto reducido señaló que la *D. odorata* presentaba una densidad muy baja de adultos (clasificados como árboles con un DAP superior a 45 cm), de menos de 0,15 árboles por hectárea en las tres ubicaciones (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). En el bosque nacional de Tapajós en Brasil, también se constató que la densidad de árboles maduros grandes de *D. odorata* (DAP igual o superior a 45 cm) era baja, con 0,12 especímenes por hectárea (Díaz-Martín *et al.*, 2014).

Se informó de la presencia de *D. oleifera* con una densidad media de aproximadamente 1,08 árboles por hectárea en el centro de Panamá (Condit, 2021).

4.3 Estructura de la población

La información sobre la estructura de la población de las *Dipteryx* spp. es escasa. Según Espinosa y Valle (2020), todos los especímenes de *D. micrantha* registrados en 2019 en la concesión para la conservación forestal Madre de Dios en la cuenca del río Las Piedras (Perú) eran muy antiguos (el DAP medio era de 87,66 cm, por lo que la edad media de los árboles se estimó en 684,8 años) y los niveles de regeneración y reclutamiento eran muy bajos: solo se encontraron 0,06 árboles jóvenes (de entre 10 cm y 40 cm de diámetro) por hectárea y había una ausencia total de brinzales de entre 4 cm y 10 cm de diámetro. Los autores señalaron que el bajo número de plántulas y la ausencia de brinzales indicaban que los niveles de reclutamiento eran insuficientes para la supervivencia a largo plazo de la especie en la concesión para la conservación Madre de Dios (Espinosa y Valle, 2020).

Se observó que la *D. odorata* mostraba una distribución «en forma de J invertida» en toda su área de distribución, con pocos árboles adultos en las clases de gran tamaño y un mayor número de árboles jóvenes (Requena Suárez, 2017a). Según un inventario de la *D. odorata* en Brasil, donde se practicaba la explotación forestal de impacto reducido, se habían extraído todos los árboles de gran diámetro (DAP superior a 90 cm) (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Los autores señalaron que el impacto negativo de la explotación forestal de impacto reducido sobre los procesos de reproducción y regeneración de la especie puede reducir la ya relativamente baja densidad de brinzales en el futuro (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Además, el estudio brasileño observó algunas repercusiones de la cosecha de semillas (sarrapia) en la estructura de la población de *D. odorata*: muy pocos especímenes en las clases de tamaño adulto menor (DAP de entre 15 y 45 cm) en las zonas en las que se lleva a cabo la cosecha de semillas de *D. odorata*, lo que los autores atribuyeron a la recolección intensiva de semillas en la década de 1940 (Amorim, 2000 en Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012) y a la falta de incorporación de nuevos árboles desde entonces (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Los autores concluyeron que la recolección insostenible de semillas podría afectar negativamente a la viabilidad de la población de *D. odorata* (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Del mismo modo, Vieira *et al.* (2021) encontraron pocos ejemplares adultos de *D. odorata* en la cooperativa mixta del bosque nacional de Tapajós en el estado occidental de Pará, lo que se consideró que probablemente se debía al auge de la recolección de semillas en la década de 1940 que afectó al reclutamiento.

Un estudio sobre la regeneración y el reclutamiento de las *Dipteryx* spp. en Ucayali y Loreto (Perú) tras la actividad de explotación forestal constató que las condiciones iniciales posteriores a la explotación mejoraban el reclutamiento de plántulas residuales en los lugares recientemente explotados (Putzel *et al.*, 2011). Sin embargo, los autores señalaron que el restablecimiento a largo plazo de árboles maduros de las *Dipteryx* spp. tras la explotación forestal no estaba garantizado y que, con el tiempo, era probable que la explotación de las *Dipteryx* spp. «redujera o eliminara la producción de semillas y la futura regeneración» (Putzel *et al.*, 2011). Como se observa en otras especies de árboles emergentes (Carneiro *et al.*, 2011), la falta de árboles grandes puede afectar a la polinización (Vinson, 2009 en Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012), la dispersión de semillas (Jansen y Zuidema, 2001), la diversidad genética (Jennings *et al.*, 2001) y la capacidad reproductiva.

4.4 Tendencias de la población

Existen pocos datos disponibles sobre el estado y las tendencias de la población del género en su conjunto, pero se evaluó que las poblaciones mundiales de varias especies estaban disminuyendo: a saber, *D. micrantha* (Requena Suárez, 2017b), *D. odorata* (Requena Suárez, 2017a) y *D. alata* (Requena Suárez, 2021). De las catorce especies actualmente aceptadas de *Dipteryx* (Carvalho *et al.*, 2020a), ocho han sido evaluadas a escala mundial por la Lista Roja de la UICN: *D. alata* (CMVC, 1998a; Requena Suárez, 2021), *D. charapilla* (CMVC, 1998b), *D. lacunifera* (BGCI e IUCN SSC, 2019a), *D. micrantha* (Requena Suárez, 2017b), *D. odorata* (Requena Suárez, 2017a), *D. oleifera* (Condit, 2021), *D. polyphylla* (Hills, 2021) y *D. punctata* (BGCI e IUCN SSC, 2019b). Según Hills (*in litt.* a PNUMA-CMVC, 2021), la BGCI ha asignado la *D. rosea*, y tiene la intención de asignar la *D. ferrea* y la *D. Magnifica*, a expertos en especies/géneros para su clasificación en la Lista Roja de la UICN en 2022.

La *D. alata* se reclasificó como «vulnerable» a escala mundial en la Lista Roja de la UICN en 2017, sobre la base de los importantes descensos de la población causados por la pérdida de hábitats y el aislamiento genético asociado de las subpoblaciones, especialmente en el Cerrado brasileño, así como por la explotación forestal (Requena Suárez, 2021). En 1998, una evaluación previa de la Lista Roja de la UICN clasificó la especie como «vulnerable», sobre la base de la pérdida de hábitats debida a la conversión a la agricultura, así como del descenso «masivo» de la población como consecuencia de la explotación forestal y la recolección de semillas medicinales (CMVC, 1998a). En 2012, la *D. alata* se clasificó como «preocupación menor» a escala nacional en Brasil, sobre la base de una gran distribución y una población aparentemente estable (CNCFlora, 2012). La CITES MA de Brasil (*in litt.* a la Comisión Europea, 2022) declaró que ninguna de las *Dipteryx* spp. brasileñas está incluida, ni se propone su inclusión, en la lista roja nacional del país y no hay ninguna indicación de «algún nivel de amenaza para el género *Dipteryx* en el territorio brasileño». Sin embargo, en la evaluación nacional brasileña de 2012 se señaló que la *D. alata* es valorada por su madera y que la explotación forestal podría reducir algunas subpoblaciones «en un futuro próximo» (CNCFlora, 2012).

La *D. odorata* y la *D. micrantha* se clasificaron como «datos insuficientes» a escala mundial en la Lista Roja de la UICN en 2017 debido a la falta de datos de población en toda su área de distribución

y a las incertidumbres taxonómicas actuales (Requena Suárez, 2017a y 2017b). Se determinó que las poblaciones de ambas especies estaban en declive, que la explotación forestal selectiva suponía una «grave amenaza» y que el lento crecimiento intrínseco de la especie impedía la regeneración después de la recolección (Requena Suárez, 2017a y 2017b). Las evaluaciones señalaron que se desconocía el ritmo de disminución de ambas especies, lo que condujo a su clasificación como «datos insuficientes» en lugar de «amenazadas» (Requena Suárez, 2017a y 2017b). La evaluación de la *D. micrantha* también determinó que la deforestación y la degradación del hábitat constituirían amenazas importantes para la especie (Requena Suárez, 2017b). En el informe de perfiles por país de la Red Mundial de Bosques y Comercio Forestal de WWF de 2015 (WWF, 2015), se consideró que tanto la *D. micrantha* como la *D. odorata* eran especies de «alto riesgo» que se enfrentan a una explotación ilegal o insostenible en Perú y Bolivia, respectivamente. Vinson *et al.* (2015) informaron de que, con arreglo a la normativa actual de gestión forestal brasileña, la *D. odorata* no podía explotarse de forma sostenible, ya que un escenario sostenible requeriría aumentar el DAP mínimo de corte de 50 cm a 100 cm con ciclos de explotación forestal de 30 años. La recolección de semillas de *D. odorata* también se consideró una amenaza para esta especie en la Amazonia brasileña, ya que la recolección provocó el agotamiento de los especímenes jóvenes (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Los autores señalaron que, de mantenerse, una elevada intensidad de recolección podría provocar la extinción local de algunas poblaciones (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012). Un proyecto de evaluación independiente de la *D. micrantha* clasificó provisionalmente a la especie como «en peligro» a escala nacional en Perú, con arreglo a los criterios de la Lista Roja de la UICN (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022). La evaluación utilizó una estimación de la distribución nacional de Forest Data Connect (2022) de 22 516 km² para la *D. micrantha*, en combinación con una estimación de la densidad media de 0,15 árboles maduros (DAP superior a 51 cm) por hectárea, basada en datos de ForestPlot.net, para calcular el tamaño de la población antes de la explotación de la especie en Perú; a continuación, la evaluación utilizó datos sobre la explotación forestal procedentes de los anuarios forestales de MINAGRI-SERFOR y estimó una disminución de la población del 33 % durante el periodo 2000-2020 y una disminución potencial del 66 % de aquí a 2036 (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022). La evaluación no ha sido validada por el Gobierno peruano, pero ha sido presentada al SERFOR para su revisión en mayo de 2022 (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022).

La *D. oleifera* se ha clasificado como «vulnerable» a escala nacional en los Libros Rojos de Colombia (Cardenas y Salinas, 2007) y Costa Rica (Estrada Chavarría *et al.*, 2005 en Fliesswasser, 2014), así como en el Listado de las especies de fauna y flora amenazadas de Panamá de 2016 (Gobierno de Panamá, 2016a). Se consideró que aproximadamente el 40 % de la población colombiana de *D. oleifera* había sido objeto de una «intensa explotación maderera», lo que dio lugar a la clasificación nacional de la especie (Cardenas y Salinas, 2007). En Costa Rica, la distribución potencial de la *D. oleifera*, sobre la base de los puntos de presencia conocidos, se estimó en aproximadamente 10 180 km²; sin embargo, los evaluadores de la especie observaron que menos de la mitad de esta superficie tenía una cubierta forestal restante adecuada para la especie (Estrada Chavarría *et al.*, 2005 en Fliesswasser, 2014). Además, se consideró que la agricultura de roza y quema amenazaba la supervivencia de la *D. oleifera* (con el sinónimo *D. panamensis*) en Nicaragua (Gobierno de Nicaragua, 2006a). A escala mundial, se evaluó que la población de la especie se había visto «reducida» y fragmentada por la explotación y la deforestación para la agricultura en toda su área de distribución y la especie se consideraba una «prioridad de conservación» (Hanson *et al.*, 2006). En 2020, la *D. oleifera* se clasificó a escala mundial en la Lista Roja de la UICN como «preocupación menor», sobre la base de su muy amplia EOO (541 000 km²) y la ausencia de «amenazas importantes» actuales o previstas (Condit, 2021). Sin embargo, la evaluación mundial carece de datos e información cruciales sobre las amenazas comerciales; por ejemplo, que la especie fue incluida en el apéndice III de la CITES (con su sinónimo *D. panamensis*) por Costa Rica en 2003 y por Nicaragua en 2007 debido a inquietudes acerca de la explotación maderera.

La *D. charapilla* se clasificó como «vulnerable» a escala mundial en la Lista Roja de la UICN en 1998, aparentemente sobre la base de que la especie (en ese momento) solo se conocía por su localidad tipo en el Departamento de Loreto en Perú (CMVC, 1998b). La evaluación proporciona información muy limitada y está marcada como que «requiere actualización» (CMVC, 1998b). Según Hills (*in litt.* a PNUMA-CMVC, 2021), la BGCI tiene la intención de asignar la *D. charapilla* para su reclasificación en la Lista Roja de la UICN en 2022. Más recientemente, Garcia-Davila *et al.* (2020) recomendaron que la tala de *D. charapilla* debería prohibirse en Loreto para mantener la presencia de la especie en Perú. Dado que la presencia de la especie en Brasil es incierta y puede ser una especie endémica peruana (véase la sección 3.1), esta recomendación de Garcia-Davila *et al.* (2020) parece indicar que la población mundial de *D. charapilla* corre un riesgo considerable.

Recientemente, la *D. ferrea* se clasificó con carácter provisional como «en peligro crítico» en Perú, sobre la base de los descensos de población pasados y previstos como consecuencia de la explotación forestal (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022). La evaluación fue realizada por investigadores independientes y no ha sido validada por el Gobierno peruano, pero ha sido presentada al SERFOR para su revisión en mayo de 2022 (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022).

La *D. lacunifera* y la *D. punctata* se clasificaron como «preocupación menor» a escala mundial en 2018, sobre la base de amplias distribuciones, poblaciones grandes y estables y la ausencia de amenazas importantes actuales o futuras detectadas (BGCI e IUCN SSC, 2019a y 2019b). Sin embargo, ninguna de las evaluaciones incluye datos de población y, en el caso de la *D. lacunifera*, la ausencia de amenazas parece basarse únicamente en la falta de evaluaciones previas de amenazas nacionales o mundiales para la especie en la base de datos ThreatSearch de la BGCI (BGCI, 2021b). La ThreatSearch de la BGCI incluye una evaluación previa del estado mundial de «no amenazada» para la *D. punctata*, realizada por el Real Jardín Botánico de Kew en 2010 (aparentemente sin utilizar las categorías y los criterios de la Lista Roja de la UICN) (BGCI, 2021b), pero no parece disponerse de más información para respaldar la evaluación de 2018 ni la de 2010.

La *D. polyphylla* se clasificó como «casi amenazada» a escala mundial en 2020, sobre la base de la pérdida del hábitat de selva tropical amazónica de la especie debido al desarrollo y la conversión a la agricultura (Hills, 2021). La explotación maderera también se consideró una «posible amenaza» para la especie (Hills, 2021).

4.5 Tendencias geográficas

Muchos de los Estados del área de distribución de las *Dipteryx* spp. han experimentado recientemente una deforestación y una degradación forestal importantes (FAO, 2020; Vancutsem *et al.*, 2021a; Vancutsem *et al.*, 2021b). La Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA) de la FAO para 2020 incluyó tres Estados del área de distribución de las *Dipteryx* spp. (Brasil, Bolivia y Paraguay) entre los diez países con la mayor pérdida neta media anual de superficie forestal durante el período 2010-2020, con una pérdida neta anual del 0,30 %, el 0,43 % y el 1,93 %, respectivamente (FAO, 2020). La evaluación reveló que Brasil tenía la mayor pérdida neta anual de superficie forestal de cualquier país evaluado, con una pérdida neta media de 1 496 ha al año (FAO, 2020). Además, Brasil representó aproximadamente el 7 % de las extracciones mundiales de madera en 2018, el cuarto porcentaje más alto de cualquier país, y las tasas anuales de deforestación en la Amazonia aumentaron de manera significativa en 2016, a 3,9 millones de hectáreas al año (FAO, 2020; Vancutsem *et al.*, 2021b). El bioma del Cerrado en Brasil está experimentando descensos similares, con una pérdida neta de 9 520 km² entre 2000 y 2015 y una pérdida neta anual del 1,2 % debido a la conversión de tierras (Espírito-Santo *et al.*, 2016). La degradación del bosque húmedo tropical también es particularmente frecuente en Nicaragua, donde el 65,8 % de los bosques se ha degradado entre 1990 y 2019, la segunda mayor proporción de pérdida forestal de bosques previamente intactos (es decir, bosques no afectados por la deforestación o la degradación) en las Américas (Vancutsem *et al.*, 2021b). Durante el período de treinta años 1990-2019, Brasil, Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela experimentaron disminuciones totales de la superficie de bosques húmedos tropicales inalterados del 24,9 %, el 34 %, el 21,6 %, el 11,8 % y el 18,6 %, respectivamente (Vancutsem *et al.*, 2021b). Además, las tasas de perturbación (es decir, degradación natural y antropogénica o deforestación) en Colombia, Venezuela, Nicaragua y Ecuador aumentaron considerablemente entre 2000 y 2014 en comparación con el período 1990-1999, en 0,23 millones de hectáreas al año, 0,17 millones de hectáreas al año, 0,08 millones de hectáreas al año y 0,09 millones de hectáreas al año, respectivamente (Vancutsem *et al.*, 2021b).

5. Amenazas

Las *Dipteryx* spp. se ven amenazadas por la explotación forestal selectiva (Requena Suárez, 2017a; 2017b; García-Davila *et al.*, 2020) y, en algunas regiones, también por la recolección ilegal (Gobierno de Nicaragua, 2006a; WWF, 2015). La madera de varias especies tiene una gran demanda debido a su densidad y su dureza, lo que ha fomentado la explotación en bosques fuera de las zonas de producción maderera, que ha provocado una degradación significativa del ecosistema (García-Davila *et al.*, 2020). Dado que las *Dipteryx* spp. presentan un crecimiento intrínsecamente muy lento, tardan entre 47 y 177 años en alcanzar un DAP de 30 cm (Clark y Clark, 2001) [tamaño observado como compatible con la madurez reproductiva (Hanson, obs. pers. en Hanson *et al.*, 2006; Vinson *et al.* 2015)], la extracción específica de grandes árboles semilleros supone una grave amenaza para la regeneración de la población (Requena Suárez, 2017a; 2017b). Además, la confusión previa sobre la taxonomía y la

distribución de algunas *Dipteryx* spp., como la *D. charapilla* y la *D. odorata* en Perú (Aldana Gomero *et al.*, 2016; García-Davila *et al.*, 2020, véase la sección 3.1), agravada por la dificultad para diferenciar la madera a nivel de especie (Koch, com. pers. a Forest Trends, 2021, véase la sección 9), ha dado lugar a que algunas especies se comercialicen erróneamente como otras (García-Davila *et al.*, 2020). Por tanto, las poblaciones de especies más raras podrían verse amenazadas si se extraen erróneamente con el nombre de una especie más extendida dentro del género.

Varias *Dipteryx* spp. también son objeto de una recolección intensiva de semillas para los mercados nacionales e internacionales (Kermath *et al.*, 2014; Bovell-Benjamin y Roberts, 2016; Gobierno de Venezuela, 2020). Se determinó que la recolección histórica de semillas, en combinación con la explotación forestal, había causado importantes descensos de la población de la *D. alata* (CMVC, 1998a) y se considera que la continua recolección de semillas pone en peligro la supervivencia de algunas subpoblaciones de *D. odorata* en Brasil (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012).

Los ecosistemas en los que están presentes las catorce especies de *Dipteryx* se han visto cada vez más amenazados por la degradación del hábitat y la deforestación (Leisher *et al.*, 2013; Antongiovanni *et al.*, 2020). La pérdida de hábitat causada por la conversión de bosques, superficies forestales y sabanas para la agricultura constituye una grave amenaza para muchas *Dipteryx* spp. (CMVC, 1998a; Hanson *et al.*, 2006; Collevatti *et al.*, 2013; Fleisswasser, 2014). Un estudio del flujo genético de la *D. alata* en Brasil, realizado en 2014, puso de manifiesto que la deforestación había provocado la fragmentación de las subpoblaciones dentro de los fragmentos forestales y los pastos, lo que condujo al aislamiento de especímenes y a unos niveles de endogamia superiores a los observados en las poblaciones de mayor densidad (Tambarussi *et al.*, 2017). Los autores señalaron que la depresión endogámica puede dar lugar a una reducción de las tasas de germinación de las semillas y de supervivencia de las plántulas, lo que puede afectar a la regeneración y a la supervivencia de la especie a largo plazo (Tambarussi *et al.*, 2017). Un estudio anterior señaló que la población mundial de *D. alata* tiene una baja diversidad genética intrínseca debido a las contracciones históricas del área de distribución durante el Pleistoceno, lo que significa que la especie es menos resiliente a la fragmentación actual de la población (moderna) resultante de la pérdida de hábitat, como en el Cerrado brasileño (Collevatti *et al.*, 2013).

Solo ocho *Dipteryx* spp. se han evaluado a escala mundial con arreglo a las categorías y los criterios de la Lista Roja de la UICN (véase la sección 4.4). De aquellas evaluadas, dos (*D. alata* y *D. charapilla*) se clasificaron como «vulnerables» (CMVC, 1998a; CMVC, 1998b), una (*D. polyphylla*) como «casi amenazada» y dos como «datos insuficientes» pero en declive (*D. micrantha* y *D. odorata*, Requena Suárez, 2017a; 2017b). Sin embargo, incluso entre las tres especies clasificadas a escala mundial como «preocupación menor», dos evaluaciones (*D. lacunifera* y *D. punctata*, BGCI e IUCN SSC, 2019a; BGCI e IUCN SSC, 2019b) no disponían de datos suficientes y la tercera especie, la *D. oleifera*, está clasificada como «vulnerable» a escala nacional en varios Estados del área de distribución (Estrada Chavarría *et al.*, 2005 en Fleisswasser, 2014; Cardenas y Salinas, 2007; Gobierno de Panamá, 2016a).

6. Utilización y comercio

6.1 Utilización nacional

Las semillas de las *Dipteryx* spp. (en particular, la *D. odorata*, la *D. oleifera*, la *D. alata* y la *D. punctata*) se utilizan a escala local para la alimentación, con fines medicinales y para obtener aceite (Bovell-Benjamin y Roberts, 2016; da Silva *et al.*, 2010; Vennetier *et al.*, 2012), y la madera se utiliza para herramientas y carbón vegetal (Putzel *et al.*, 2013; Kermath *et al.*, 2014). Se observó que la *D. oleifera* se utilizaba para proporcionar sombra al cacao (*Theobroma cacao*) (Kermath *et al.*, 2014). Se observó que las semillas de *D. alata* eran comercialmente importantes en las industrias alimentarias pequeñas y medianas del centro de Brasil (Collevatti *et al.*, 2010) y Bolivia (Vennetier *et al.*, 2012; Pérez-Cruz y Villarroel, 2020), y las semillas de *D. odorata* se utilizaban en las industrias de cosméticos y perfumes de Brasil (da Silva *et al.*, 2010). Según de Lima (com. pers. a Forest Trends, 2021) y Carvalho (com. pers. a Forest Trends, 2021), la *D. punctata* es la especie más utilizada para la recolección de sarrapia, sobre todo en Venezuela. Sin embargo, Pérez y Souto (2011) señalan que no está claro si la *D. odorata* o la *D. punctata* son la especie de sarrapia cosechada de forma predominante en el país, y Fernández (com. pers., 2010 en Pérez y Souto, 2011) identificó a la *D. odorata* como la principal especie de sarrapia en la región de la cuenca baja del río Caura, en el sur de Venezuela. Se indicó que esta región suministraba «la mayor parte» de la sarrapia venezolana (Pérez y Souto, 2011).

6.2 Comercio legal

Las especies de *Dipteryx* son apreciadas por la industria maderera por su madera dura y resistente a la putrefacción y se utilizan ampliamente para cubiertas y revestimientos (Putzel *et al.*, 2008 y 2011). Según el último informe de mercado de la OIMT, las cubiertas de cumaru tienen un valor de mercado de entre 1 204 y 1 237 USD/m³ en los Estados Unidos de América (EE. UU.) y de entre 1 093 y 1 119 USD/m³ en Asia, lo que la convierte en una de las maderas más caras del mercado mundial (OIMT, 2021). Si bien las principales rutas comerciales de este producto siguen sin estar claras y no se dispone de cifras comparables de exportación o importación, se ha observado que se han exportado grandes volúmenes de madera de *Dipteryx* desde Brasil (Fritz *et al.*, 2020; Panjiva, 2021a), Bolivia (Norman y Rodríguez Zunino, 2021), Colombia y Perú (Putzel, com. pers., en Romo *et al.*, 2019; Global Witness, 2019) y, en menor medida, desde Guyana, Panamá y Nicaragua (véase el cuadro 2). Europa, los Estados Unidos y la República Popular China (en lo sucesivo, China) han sido identificados como grandes importadores de madera de *Dipteryx* (Norman y Rodríguez Zunino, 2021; Panjiva, 2021a; Putzel *et al.*, 2008 y 2011; SUNAT, 2021).

Las semillas de varias especies de *Dipteryx*, conocidas, por ejemplo, como sarrapia, nueces de cumaru, nueces o almendras de baru y tonka, se utilizan en las industrias alimentaria, de los aromatizantes y de las fragancias (Bovell-Benjamin y Roberts, 2016); sin embargo, no se encontraron cifras sobre el comercio mundial que permitieran identificar a los principales exportadores o importadores internacionales de este producto. Un artículo sobre la historia del comercio de *D. odorata* y *D. punctata* publicado por el Gobierno venezolano señaló que las mayores «zonas de cultivo» de estas especies para la producción de sarrapia se encontraban en el sur de Venezuela, el norte de Brasil, Guyana y Trinidad y Tobago (Gobierno de Venezuela, 2020). Carvalho (com. pers. a Forest Trends, 2021) indicó que el principal productor de sarrapia era Venezuela, seguido de Brasil.

A continuación se indican las cifras disponibles de exportación de madera y semillas de *Dipteryx* a escala nacional:

Bolivia: Un informe de Forest Trends de 2021 señaló que, en 2019, el cumaru (*Dipteryx* spp.) representó el 26 % del volumen de las exportaciones bolivianas de revestimientos de madera (que, según se informa, es el tipo de producto de madera más lucrativo del país) (Norman y Rodríguez Zunino, 2021). Europa (países de la UE y de la AELC) se consideró el mayor destino de exportación de los revestimientos de madera del país y las exportaciones a la región aumentaron un 200 % entre 2016 y 2019 (Norman y Rodríguez Zunino, 2021). Bolivia exportó 3 539 994 kg de cumaru (no especificado por especie) a la UE y a la AELC en 2019, de los cuales el 90 % fue importado por Francia, Alemania, los Países Bajos y Bélgica (Norman y Rodríguez Zunino, 2021). El informe de Forest Trends señaló asimismo que, en 2019, para el 35 % del volumen de las exportaciones de revestimientos de madera procedentes de Bolivia no se especificaron las especies ni los nombres comerciales; por consiguiente, los autores sugieren que las cifras recientes de exportación de cumaru del país pueden ser una subestimación (Norman y Rodríguez Zunino, 2021).

Se observó que las semillas de la *D. alata* (comercializadas como «Almendra Chiquitana») se exportaban a escala internacional desde Bolivia (Pérez-Cruz y Villarroel, 2020) y la cosecha tenía lugar en las comunidades del departamento de Santa Cruz (Delgado *et al.*, 2018 en Pérez-Cruz y Villarroel, 2020). Se informó de que la demanda de Almendra Chiquitana estaba aumentando y Delgado *et al.* (2018 en Pérez-Cruz y Villarroel, 2020) estimaron una cosecha de aproximadamente nueve toneladas (unos 9 000 kg) en el departamento de Santa Cruz para uso nacional e internacional en 2018.

Brasil: Entre 2018 y 2021, los EE. UU. y la UE importaron 11 millones de kg y alrededor de 7 millones de kg de madera de cumaru desde Brasil, respectivamente [notificada como «cubierta de cumaru», «teca brasileña (cumaru)», «madera de cumaru amarilla» y, en ocasiones, identificada como *D. odorata*] (Panjiva, 2021a). En todos los casos, es probable que la especie exportada por Brasil sea *D. odorata*.

Un estudio del mercado de semillas de *D. odorata* procedentes del estado de Pará (Brasil) reveló que, en 2005, las exportaciones se destinaron principalmente a Japón, Francia, Alemania y China (da Silva *et al.*, 2010). Se observó que Pará producía casi toda la sarrapia brasileña en el momento del estudio; se informó de que las semillas habían sido cosechadas por familias de ganaderos en la

temporada baja de septiembre a noviembre y cada familia cosechaba unos 80 kg de frutos, equivalentes a unos 40 kg de sarrapia seca (da Silva *et al.*, 2010). Se observó que el comercio de sarrapia en la región dependía en cierta medida del comercio de nueces de Pará (*Bertholletia excelsa*), ya que los intermediarios solo compraban sarrapia junto con estas nueces (da Silva *et al.*, 2010). La producción total en Pará en 2005 se estimó en unos 108 kg de sarrapia, de los cuales entre el 80 % y el 90 % fueron adquiridos por tan solo dos empresas de Belém; sin embargo, la sarrapia también se utiliza en la industria nacional de perfumes y cosméticos de Brasil (da Silva *et al.*, 2010), por lo que los volúmenes totales de exportación no están claros.

Costa Rica: Según la base de datos sobre el comercio CITES, las exportaciones de *D. panamensis* (*D. oleifera*) desde Costa Rica en el período 2010-2019 consistieron, en su totalidad, en 22,9 m³ de madera reproducida artificialmente, exportada a los Estados Unidos para fines comerciales, según informa Costa Rica.

Colombia: La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales de Colombia (ANLA) aprobó la exportación de un total de 19 893,026 m³ de madera de *Dipteryx* entre 2019 y 2020, de los cuales el 42,97 % (equivalente a 8 597,537 m³) se notificó como *Dipteryx* sp. y el 42,72 % (equivalente a 8 499,17 m³) se notificó como *D. oleifera* (Autoridad Administrativa CITES de Colombia *in litt.* a la Comisión Europea, 2022). El sistema nacional de información de Colombia SUNL (Salvoconducto Único Nacional en Línea) indica una explotación de 98 696,78 m³ de madera de *Dipteryx* entre 2019 y 2021; casi el 80 % de este volumen (78 697,52 m³) se recolectó en 2019. De la cantidad total de madera recolectada en este período, el 75,1 % (72 636,5 m³) se notificó como *Dipteryx* sp. y la *D. oleifera* y la *D. odorata* representaron 23 898,86 m³ y 1 726,83 m³, respectivamente (Autoridad Administrativa CITES de Colombia *in litt.* a la Comisión Europea, 2022). La mayor parte de la madera de *Dipteryx* se recolectó, en este período, en los departamentos de Choco (92 035,25 m³) y Antioquia (3 936,16 m³) (Autoridad Administrativa CITES de Colombia *in litt.* a la Comisión Europea, 2022).

Guyana: La Comisión Forestal de Guyana (2016) comunicó que, en 2015, los precios medios del árbol de sarrapia (que se supone que era *D. odorata*) fueron de 162 USD y 827 USD por metro cúbico de trozas y madera cepillada, respectivamente. Se informó de que las cantidades exportadas (se supone que se miden en metros cúbicos de trozas, no se indicaron las unidades) de la especie durante el período 2009-2014 fueron bajas y oscilaron entre 112 en 2015 y 952 en 2010 (Comisión Forestal de Guyana, 2016).

Nicaragua: Según la base de datos sobre el comercio CITES, entre 2010 y 2019 las exportaciones de *D. panamensis* (*D. oleifera*) notificadas por Nicaragua fueron principalmente 254 m³ de madera aserrada de origen silvestre, exportada con fines comerciales a Costa Rica y Cuba (cuadro 1). Se exportaron volúmenes menores de tallas, madera y productos madereros a Costa Rica, Cuba y los Estados Unidos.

Panamá: Según la base de datos sobre el comercio CITES, el comercio de *D. panamensis* (*D. oleifera*) procedente de Panamá en el período 2010-2019 fueron principalmente 27 800 kg de madera aserrada importada para fines comerciales en 2010, según información proporcionada únicamente por Alemania. Panamá también notificó exportaciones de 50 especímenes a los Estados Unidos para fines científicos (cuadro 1).

Perú: Putzel *et al.* (2011) observaron que el género *Dipteryx* ha sufrido un auge extractivo en Perú durante la última década. En 2006, las *Dipteryx* spp. comercializadas con el nombre común «shihuahuaco» representaron el 50 % de las exportaciones de madera desde Perú; en 2015 se informó de que había aumentado hasta el 80 % (Putzel, com. pers. en Romo *et al.*, 2019). Se cree que la mayor parte de la madera de *Dipteryx* extraída de Perú se exporta a China para suministrar materia prima para el mercado de los revestimientos (Putzel *et al.*, 2011).

No está claro cuáles son las principales especies que se exportan desde Perú, en parte debido a los recientes cambios taxonómicos. Anteriormente, la *D. odorata* había sido considerada una especie maderable importante en Perú (Aldana Gómero *et al.*, 2016) y la madera ha sido exportada desde Perú con varios nombres de *Dipteryx* spp., tales como *D. odorata*, así como los sinónimos *Coumarouna odorata* y *C. micrantha* y los nombres comerciales «cumarú» y «shihuahuaco» (Putzel *et al.*, 2011). Sin embargo, estudios taxonómicos recientes indican que la *D. odorata* no está presente en Perú y se ha llegado a la conclusión de que la madera recolectada en el sur de la

Amazonia peruana descrita como *D. micrantha* o *D. odorata* es, en realidad, *D. ferrea*; mientras que la madera extraída en el norte se considera *D. micrantha* (Aldana Gomero *et al.*, 2016; García-Davila *et al.*, 2020; Honorio Coronado *et al.*, 2020; Carvalho, com. pers. a Forest Trends, 2021). Sobre esta base, Aldana Gomero *et al.* (2016) afirmaron que la *D. micrantha* es «la especie más comercialmente disponible» de *Dipteryx* en Perú. Aunque la *D. odorata* figuraba en la lista oficial de especies forestales maderables de Perú de 2016 (SERFOR, 2016), la especie no estaba incluida en el Manual para la identificación botánica de especies forestales de la Amazonia peruana, que solo menciona la *D. charapilla*, la *D. ferrea* y la *D. micrantha* en el género *Dipteryx* (SERFOR, 2020).

A partir de los datos de los informes oficiales sobre la madera extraída (Anuarios Forestales de MINAGRI-SERFOR), se estimó que, entre 2000 y 2020, se han explotado 1 064 333 m³ de madera peruana de *D. micrantha*, lo que equivale a unos 110 079 árboles maduros (DAP superior a 51 cm), aunque se observó que esta puede ser una subestimación de la explotación forestal, ya que los conjuntos de datos utilizados no incluyen la *D. micrantha* talada para la producción de carbón vegetal y no recogen plenamente los volúmenes de explotación forestal ilegal y legal (Romo *et al. in litt.* a Forest Trends, 2022).

El análisis de los datos comerciales de las exportaciones peruanas de madera con los nombres comunes «shihuahuaco» y «cumaru» pone de manifiesto que, entre 2015 y 2018, Perú exportó más de 101 millones de kg, con unos 79 millones de kg destinados a China, 14 millones de kg a la UE y 1,3 millones de kg a los Estados Unidos (Panjiva, 2021b; SUNAT, 2021). Entre 2018 y 2021, Perú exportó más de 82 millones de kg, con 51 millones de kg destinados a China, 19 millones de kg a la UE y 1,8 millones de kg a los Estados Unidos (Panjiva, 2021b; SUNAT, 2021).

Según el SERFOR, en 2019 se explotaron 247 395 trozas de *Dipteryx* spp. como cumaru, de los cuales 64 698 m³ se exportaron como madera aserrada, tablillas y productos de carpintería (SERFOR, 2021). En el mismo año, siete especies de madera representaron más del 90 % del volumen total explotado, todas ellas consideradas maderas duras para la industria de las cubiertas, de las cuales el 60 % se notificó como cumaru (*Dipteryx* spp.) (SERFOR, 2021).

Cuadro 1: Comercio de *Dipteryx panamensis* en el período 2010-2019, según la base de datos sobre el comercio CITES.

Exportador	Importador	Término	Unidad	Fuente	Finalidad	Notificado por	Total
Costa Rica	Estados Unidos de América	madera	m ³	A	T	Exportador	22,9
						Importador	
Nicaragua	Costa Rica	tallas	m ³	W	T	Exportador	18,6
						Importador	
		madera aserrada	m ³	W	T	Exportador	211,3
						Importador	
	madera	m ³	W	T	Exportador	49,2	
					Importador		
	Cuba	madera aserrada	m ³	W	T	Exportador	42,5
						Importador	
	Estados Unidos de América	madera	m ³	W	T	Exportador	14,7
						Importador	
producto de madera		m ³	W	T	Exportador	2,2	
					Importador		2
Panamá	Alemania	madera aserrada	kg	W	T	Exportador	28 700
						Importador	
	Estados Unidos de América	especímenes	-	W	S	Exportador	50
						Importador	

Fuente: Base de datos sobre el comercio CITES, PNUMA-CMVC, Cambridge, descargado el 11/10/2021.

Venezuela: Pérez y Souto (2011) informaron de que, a pesar de la disminución de la demanda de sarrapia desde principios del siglo XX, sigue existiendo un mercado internacional «a pequeña escala», incluida la demanda de Francia. Al parecer, la «mayoría» de la sarrapia venezolana es cosechada por comunidades de la región de la cuenca baja del río Caura, en el sur del país (Pérez y Souto, 2011) y se piensa que la *D. odorata* (Fernández, com. pers., 2010 en Pérez y Souto, 2011)

es la principal especie recolectada, aunque, por otro lado, se ha notificado la ***D. punctata*** como la principal especie de sarrapia venezolana (Carvalho, com. pers. a Forest Trends, 2021). Los frutos se cosechan en rodales de *Dipteryx* tanto silvestres como cultivados, entre febrero y mayo; los frutos de árboles cultivados maduran y caen más rápidamente que los de árboles silvestres (Pérez y Souto, 2011). Según informes, la fructificación en masa tiene lugar aproximadamente cada tres años y cada árbol produce un rendimiento medio de frutos de entre 10 kg y 20 kg (Pérez y Souto, 2011). Unos 46 kg de frutos (una bolsa de recolección) producen 2,5 kg de sarrapia y una familia procesa menos de 405 kg de sarrapia por temporada (Pérez y Souto, 2011). Una asociación entre la comunidad local del pueblo de Aripao y la empresa de perfumes suiza Givaudan, apoyada por Conservation International y una organización no gubernamental local, Phynatura, fomenta la recolección sostenible de sarrapia silvestre en la reserva forestal del Caura, estado de Bolívar, desde 2007 (Crepin, 2016). En el marco del programa, se compensa a la comunidad por la vigilancia y la patrulla de 148 000 ha de bosque, así como por el abastecimiento sostenible de sarrapia (Crepin, 2016).

6.3 Partes y derivados comercializados

La madera densa, dura y resistente a la putrefacción de varias especies (***D. micrantha***, ***D. odorata***, ***D. ferrea*** y ***D. oleifera***, en particular) se comercializa con varios nombres comunes, tales como cumaru, shihuahuaco, charapilla, almendro y almendrillo (OIMT, 2021). Suele utilizarse para revestimientos y cubiertas (Putzel *et al.*, 2008; 2011).

Las semillas de varias especies se utilizan ampliamente en las industrias alimentaria, de los aromatizantes, de las fragancias, del tabaco y de los cosméticos (Bovell-Benjamin y Roberts, 2016). La ***D. odorata*** y la ***D. punctata*** se comercializan como sarrapia (Gobierno de Venezuela, 2020) y la ***D. alata*** como nueces de baru (Kermath *et al.*, 2014), almendras de baru (Fernandes *et al.*, 2010) o Almendra Chiquitana (Pérez-Cruz y Villarroel, 2020). Las semillas se comercializan enteras y como aceites y extractos procesados. La nuez tostada de la ***D. alata*** se consume ampliamente en Brasil (Fernandes *et al.*, 2010). El aceite de la ***D. alata*** también se utiliza en productos para el cuidado de la piel y medicamentos (da Silva *et al.*, 2021).

La cumarina es un compuesto químico que se encuentra en grandes concentraciones en las semillas de las *Dipteryx* spp. Se utiliza como sustituto de la vainilla, así como en productos horneados, tabaco y fragancias; sin embargo, existe un riesgo de toxicidad hepática si la cumarina se consume en grandes cantidades (Bovell-Benjamin y Roberts, 2016). Por esta razón, la sarrapia, los extractos derivados de esta o los «alimentos que contienen cumarina añadida» se consideran «adulterados» en el título 21 del Código de Reglamentos Federales de los Estados Unidos, volumen 3, parte 189 (FDA, 2022), y la cumarina está prohibida como aditivo alimentario en los EE. UU. (Centro Nacional para la Información Biotecnológica, 2021). Sin embargo, la importación de sarrapia a los Estados Unidos sigue siendo legal. Aunque la literatura sobre este comercio es escasa, hay algunos indicios de que la sarrapia se importa entera en los EE. UU., donde se transforma para su uso en la industria tabacalera (Naveed, 2021). En virtud del Reglamento (CE) n.º 1334/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, la cumarina también está prohibida como aditivo alimentario en la UE y el contenido natural de cumarina de determinados alimentos (como la canela) se limita a cantidades máximas especificadas (Parlamento Europeo, 2008).

6.4 Comercio ilegal

Se han identificado con anterioridad actividades forestales ilegales en Estados del área de distribución del género, entre ellos Bolivia (Norman y Rodríguez Zunino, 2021), Brasil (Santos de Lima *et al.*, 2018; Amazônia Real, 2019; Forest Trends, 2021a), Colombia (Morales, 2017; EIA, 2019; Forest Trends, 2021b), Nicaragua (Richards *et al.*, 2003; Gobierno de Nicaragua, 2006a) y Perú (EIA, 2012; Global Witness, 2019; Forest Trends, 2021c). En las evaluaciones de riesgos en materia de legalidad de la madera de 2021 de Forest Trends relativas a Brasil, Colombia y Perú, se considera que todas las especies forestales maderables autóctonas del país, incluidas las *Dipteryx* spp., presentan un alto riesgo de explotación ilegal y se afirma que todas las exportaciones de madera dura tropical desde Brasil y Perú también deben considerarse de alto riesgo (Forest Trends, 2021a, 2021b y 2021c).

Global Witness (2019) señaló que el 60 % de la madera inspeccionada por el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre de Perú (OSINFOR) en las regiones de Loreto y Ucayali entre 2008 y 2018 era de origen ilegal, cifra que se considera conservadora, ya que el Organismo solo inspeccionó el 40 % de las concesiones. Por consiguiente, es probable que

los volúmenes extraídos y comercializados de especies de *Dipteryx peruanas* sean superiores a los registrados en las estadísticas forestales (Romo *et al.*, 2019) o que la madera no proceda de las concesiones indicadas, lo que aumenta el riesgo de explotación en reservas naturales, zonas protegidas o territorios indígenas (Honorio Coronado, com. pers. a Forest Trends, 2021). Además, se ha planteado la preocupación de que algunas importaciones desde Perú a la UE hayan incumplido los requisitos de diligencia debida establecidos en el Reglamento de la UE sobre la madera (Ojo Público, 2021). Un análisis de 2021 dirigido por el Gobierno peruano examinó el blanqueo de madera aprovechada ilegalmente y su introducción en las cadenas de suministro y llegó a la conclusión de que aproximadamente el 37 % de la producción nacional total de madera en rollo en 2017 había sido blanqueada (PCM, USAID y Servicio Forestal de Estados Unidos, 2021).

Las dos principales regiones productoras de madera de Colombia son la Amazonia y el Chocó Darién (Van Eynde *et al.*, 2015); los grupos armados han controlado gran parte de la región del Chocó, donde la madera se ha explotado y transportado en los últimos años (Departamento del Tesoro de los Estados Unidos, 2014). Entre 2010 y 2020, la base de datos nacional de incautaciones de Colombia [Actas Únicas de Control al Tráfico Ilegal de Flora y Fauna Silvestre (AUTICS)] contenía registros de incautación de 50 m³ de *Dipteryx*, de los cuales 46, 2 m³ eran bloques de madera de *D. oleífera* y 3,8 m³ eran tablas de *Dipteryx* sp. (Autoridad Administrativa CITES de Colombia *in litt.* a la Comisión Europea, 2022).

Un informe de Forest Trends de 2018 (Schaaps y Canby, 2018) también señaló que se han producido recientemente importaciones de trozas a China procedentes de países que tienen prohibiciones vigentes de la exportación de trozas, como Brasil, Bolivia, Colombia y Perú (véase la sección 7.1); se consideró que probablemente eran de origen ilegal, aunque no se sabe si alguna de estas importaciones era de *Dipteryx* spp.

6.5 Repercusiones reales o potenciales del comercio

Las especies de *Dipteryx* son longevas y de crecimiento lento, lo que las hace intrínsecamente vulnerables a la sobreexplotación (véase el apartado 3.3) y el género es explotado tanto por su madera (lo que puede afectar a la regeneración y a la densidad de especímenes adultos) como por sus semillas (lo que puede afectar a la regeneración). El mercado de la madera y las semillas de *Dipteryx* es tanto nacional como internacional, pero se ha observado que el mercado internacional de la madera, en particular, se está expandiendo, en parte debido a que la creciente escasez y protección de otras maderas duras de la Amazonia, como la *Swietenia macrophylla* y la *Cedrela odorata*, impulsan la diversificación del mercado (Putzel *et al.*, 2011). Además, se han detectado importantes ilegalidades en las industrias madereras de algunos de los Estados del área de distribución de la especie (Gobierno de Nicaragua, 2006a; Schaaps y Canby, 2018; EIA, 2019; Global Witness, 2019) y es necesario regular el comercio para reducir la presión cada vez más perjudicial de la explotación sobre la supervivencia de la especie en la naturaleza. Garantizar que el comercio sea sostenible es fundamental no solo para la supervivencia del propio género, sino también para mantener el importante papel ecológico de sus especies como proveedoras de alimentos y hábitats para una serie de especies de fauna amenazadas (véase la sección 3.5).

Se considera que las poblaciones de las cuatro especies que se recomienda incluir en el apéndice II, de conformidad con el artículo II, párrafo 2a, de la Convención y en cumplimiento del criterio B del anexo 2a de la Resolución Conf. 9.24 (Rev.COP17), están sufriendo un grave declive debido a la explotación intensiva para el comercio de madera, a escala mundial en el caso de la *D. micrantha* (Requena Suárez, 2017b) y la *D. odorata* (Requena Suárez, 2017a) y en varios Estados del área de distribución en el caso de la *D. oleífera* (Hanson *et al.*, 2006; Cardenas y Salinas, 2007). La *D. alata* se considera en declive debido a la explotación forestal y la recolección de semillas en el pasado y en la actualidad (CMVC, 1998a; Requena Suárez, 2021).

Romo *et al.* (*in litt.* a Forest Trends, 2022) destacan algunas posibles repercusiones del comercio de madera sobre las *Dipteryx* spp.; utilizaron estimaciones de la densidad de población y de la superficie del área de distribución de las especies, junto con datos sobre el porcentaje de explotación (véase la sección 4.4), y calcularon que, para 2020, el 33 % de la población de la *D. micrantha* de Perú había sido extraída y que, para 2036, podría eliminarse el 66 % de la población. La propuesta de los autores de clasificar la *D. micrantha* y la *D. ferrea* como «en peligro» y «en peligro crítico», respectivamente, en Perú (Romo *et al.*, *in litt.* a Forest Trends, 2022) señala efectos negativos del comercio, ya que se considera que este país es uno de los principales exportadores de estas especies. Además de los grandes volúmenes de madera de *Dipteryx* que han sido exportados por

Brasil, Bolivia y Perú durante la última década (véase la sección 6.2), se hace hincapié en la necesidad de aplicar medidas de gestión sostenible para las *Dipteryx* spp. Del mismo modo, la clasificación de la *D. oleifera* como «vulnerable» en los Libros Rojos de Colombia, Costa Rica y Panamá (véase la sección 4.4) destaca las inquietudes en relación con esta especie, que también está sometida a una presión comercial.

En algunos Estados del área de distribución en los que se produce sarrapia, las comunidades cultivan rodales de *Dipteryx* spp. para la recolección de semillas (Pinto *et al.*, 2008), lo que puede reducir el impacto sobre las poblaciones silvestres. Además, desde 2007 se está llevando a cabo en Venezuela un proyecto comunitario a pequeña escala de recolección de sarrapia y conservación forestal (Crepin, 2016). Sin embargo, la recolección de semillas de *D. alata*, *D. odorata* y *D. punctata* para el comercio de sarrapia puede afectar al reclutamiento en poblaciones silvestres (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2012), sobre todo porque las *Dipteryx* spp. producen frutos maduros cada más de un año (Pinto *et al.*, 2008), solo un pequeño porcentaje de árboles maduros puede producir frutos en un año determinado (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2011) y existe un riesgo de presión sinérgica tanto de la explotación forestal como de la recolección de semillas en algunas zonas (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2013).

7. Instrumentos jurídicos

7.1 Nacionales

En varios Estados del área de distribución existen prohibiciones de exportación de trozas, como se indica a continuación. No se pudieron identificar instrumentos jurídicos nacionales pertinentes para Bahamas, Dominica, Guayana Francesa, Guyana, Trinidad y Tobago ni Venezuela.

Bolivia: La exportación de trozas está prohibida en virtud del artículo 8 del Decreto Supremo n.º 24453, de 21 de diciembre de 1996, que regula la aplicación de la Ley Forestal n.º 1700, de 12 de julio de 1996 (Gobierno de Bolivia, 1996).

Brasil: Con arreglo a la Instrucción Normativa n.º 15, de 5 de diciembre de 2011 [modificada por la Instrucción Normativa n.º 13, de 24 de abril de 2018, para especificar que las exportaciones de carbón vegetal de especies autóctonas requieren la autorización del IBAMA (IBAMA, 2018)], está prohibida la exportación de madera en rollo de todas las especies autóctonas de bosques naturales, con la excepción de la *Minquartia guianensis* (IBAMA, 2011). No se incluyeron *Dipteryx* spp. en la lista de flora amenazada de Brasil de 2014 (Gobierno de Brasil, 2014).

Colombia: Según el perfil de país de 2015 de WWF para Colombia, desde 1997 existe una prohibición de exportación de madera en rollo procedente de bosques naturales (WWF, 2015); sin embargo, no se pudo encontrar la legislación original para verificarlo.

Costa Rica: Una sentencia de la Sala Constitucional de Costa Rica prohibió la explotación de la *D. oleifera* de la naturaleza en 2008 (incluidas la madera en pie, la madera caída naturalmente y la madera residual), señalando que la prohibición debe aplicarse mientras la propia especie arbórea, así como el guacamayo ambiguo, *Ara ambiguus* (especie para la que la *D. oleifera* proporciona lugares de nidificación y es una fuente alimentaria crítica), figure en la lista de especies amenazadas (Ávalos, 2008; Camacho Calvo, 2015). Sin embargo, Camacho Calvo (2015) señaló que posteriormente no se había establecido ninguna prohibición mediante legislación, como un decreto ejecutivo. Antes de esto, el Decreto Ministerial n.º 25167, de 12 de junio de 1996, restringió la explotación de la *D. oleifera* en el norte del país (entre los ríos San Carlos, San Juan y Sarapiquí) para proteger los árboles de nidificación de la *A. ambiguus* y se estableció un régimen de indemnizaciones para los propietarios de árboles aislados de *D. oleifera* y bosques que contuvieran la especie en la zona cubierta por el Decreto, a fin de fomentar la conservación (MINAE, 1996). Además, la exportación de trozas y madera escuadrada quedó prohibida por la Ley Forestal n.º 7575, de 16 de abril de 1996 (Gobierno de Costa Rica, 1996); sin embargo, no está claro si la madera procedente de plantaciones está exenta de esta prohibición de exportación.

Ecuador: De conformidad con el artículo 46 de la Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre, de 10 de septiembre de 2004, está prohibida la exportación de madera en rollo, a menos que el Ministerio de Medio Ambiente la autorice para fines científicos (Gobierno de Ecuador, 2004).

Honduras: En virtud del artículo 102 del Decreto n.º 98-2007, de 26 de febrero de 2008, está prohibida la exportación de madera en rollo o escuadrada no transformada de especies latifoliadas procedentes de bosques naturales (Gobierno de Honduras, 2008).

Nicaragua: La *D. oleifera* (con el sinónimo *D. panamensis*) se añadió a la lista de especies con prohibiciones nacionales de explotación por tiempo indefinido mediante la Resolución Ministerial n.º 29/06, de 16 de junio de 2006 (Gobierno de Nicaragua, 2006a). Además, la exportación de madera en rollo, tablones y madera aserrada de «cualquier especie forestal» procedente de bosques naturales quedó prohibida por la Ley n.º 585, de 21 de junio de 2006 (Gobierno de Nicaragua, 2006b).

Panamá: En virtud del Decreto n.º 107, de 19 de enero de 2021, está prohibida la exportación de trozas procedentes de bosques o reservas naturales que no hayan sido sometidas a una transformación o un tratamiento primarios (contra insectos y hongos); la madera exportada también debe proceder de zonas con planes de gestión forestal sostenible aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente (Gobierno de Panamá, 2021). Anteriormente, la exportación de madera no transformada procedente de bosques naturales quedó restringida por el Decreto n.º 83, de 6 de agosto de 2008 (Gobierno de Panamá, 2008), pero este fue derogado en enero de 2016 por el Decreto n.º 7, ya que se consideró que las restricciones habían sido «ineficaces» para estimular los mecanismos de transformación de la madera en la industria maderera nacional (Gobierno de Panamá, 2016b).

Paraguay: En virtud del Decreto n.º 24498/72, de 18 de febrero de 1972, está prohibida la exportación de madera en rollo, trozas y vigas (Gobierno de Paraguay, 1972).

Perú: Según el documento informativo de 2014 de TRAFFIC sobre Perú, desde 1972 existe una prohibición de la exportación de trozas procedentes de bosques naturales (TRAFFIC, 2014). Sin embargo, no se pudo encontrar la legislación original para verificarlo.

Surinam: En virtud de la Ley de gestión forestal de 18 de septiembre de 1992, la *D. odorata* y la *D. punctata* están incluidas en la categoría C, por lo que la tala de estas especies es ilegal, a menos que lo apruebe específicamente el Departamento de Silvicultura (Gobierno de Surinam, 1992). Además, se requiere un permiso para la exportación de «madera en bruto, madera en rollo, postes de madera en rollo o talada, madera transformada, productos de madera y subproductos forestales» (Aduana de Surinam, 2003).

7.2 Internacionales

La *D. oleifera* fue incluida en el apéndice III de la CITES por Costa Rica en 2003 y por Nicaragua en 2007, con su sinónimo *D. panamensis*, debido a inquietudes acerca de la sobreexplotación del comercio de madera. La *D. panamensis* de Costa Rica y Nicaragua también se incluyó en el anexo C de los Reglamentos de la Unión Europea sobre el Comercio de Fauna y Flora Silvestres en 2003 y 2008, respectivamente.

Tanto Guyana como Honduras han celebrado acuerdos de asociación voluntaria (AAV) FLEGT con la UE para garantizar que la madera y los productos madereros exportados a la UE sean de origen legal (Instituto Forestal Europeo, 2020). El AAV UE-Honduras se firmó en febrero de 2021 y el AAV UE-Guyana aún no se ha firmado (Instituto Forestal Europeo, 2020).

8. Gestión de las especies

8.1 Medidas de gestión

No se encontró información sobre planes de gestión del género o específicos para cada una de las *Dipteryx* spp.; sin embargo, se han establecido diámetros mínimos explotables (DME) en una serie de Estados del área de distribución, como se indica a continuación.

Brasil: El DME actual para las especies de *Dipteryx* es de 50 cm (Vinson *et al.*, 2015). Sin embargo, un estudio de modelización de la población de *D. odorata* en Brasil indicó que el DME debería aumentarse a 100 cm, con ciclos de tala de treinta años, a fin de lograr una explotación forestal sostenible (Vinson *et al.*, 2015).

Guyana: En virtud de los Reglamentos forestales de 1 de enero de 1953, el DME para todas las especies arbóreas, salvo indicación en contrario, es de 60,96 cm (24 pulgadas) (Gobierno de Guyana, 1953).

Panamá: La Resolución n.º 5, de 22 de enero de 1998, especifica que los titulares de permisos de explotación forestal deben registrar los volúmenes talados y pagar los costes de los estudios, las inspecciones y los servicios técnicos para todos los árboles con un diámetro igual o superior a 20 cm (Gobierno de Panamá, 1998). Esto puede implicar un DME de 20 cm para todas las especies.

Perú: Según el perfil de país para Perú de 2014 del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), los acuerdos de concesión forestal exigen prácticas de explotación forestal de impacto reducido, rotaciones de la tala de al menos 20 años y la retención de un mínimo del 10 % de árboles adultos maduros (árboles semilleros) de cada especie explotada para permitir la regeneración (WRI, 2014). Karsten *et al.* (2014) informaron de que una concesión forestal de 1805 km² en Alto Ucayali, centro este de Perú, que incluía *D. micrantha*, se gestionaba utilizando un ciclo de tala de treinta años y una intensidad media de explotación forestal de 12 m³ por ha por año.

Surinam: La *D. odorata* y la *D. punctata* están protegidas por la Ley de gestión forestal de 18 de septiembre de 1992 (Gobierno de Surinam, 1992). Todas las demás especies arbóreas comercializables o potencialmente comercializables tienen un DME de 35 cm (Gobierno de Surinam, 1992).

Venezuela: Al parecer, los titulares de concesiones forestales solo pueden extraer árboles con un DAP superior a 40 cm (no específico de las *Dipteryx* spp.) (Global Forest Watch, 2002).

8.2 Seguimiento de la población

La colaboración de la Red Amazónica de Inventarios Forestales, conocida como RAINFOR, realiza un seguimiento de las especies de *Dipteryx* en Perú, utilizando 356 parcelas permanentes que abarcan un total de 165 hectáreas de bosque primario en la Amazonia peruana (Honorio Coronado *et al.*, 2018).

8.3 Medidas de control

8.3.1 Internacionales

Véase la sección 7.2.

8.3.2 Nacionales

Véase la sección 8.1.

8.4 Reproducción en cautividad y propagación artificial

Se han establecido plantaciones forestales de *D. oleifera* en Panamá y Costa Rica y se ha informado de que el mayor éxito de crecimiento ha sido en las regiones de tierras bajas del Atlántico de Costa Rica que tienen precipitaciones elevadas y suelos bien drenados (Schmidt, 2009). En Costa Rica, se informó de que una parcela experimental plantada con 49 especímenes de *D. oleifera* en 1985 tenía una tasa de supervivencia del 14 % después de 24 años, aunque los árboles supervivientes eran «rectos y de buena forma» (Schmidt, 2009). Además, Brightsmith (2005) informó de que los programas de plantación de *Dipteryx* spp. en Costa Rica han producido con éxito árboles fructíferos. En los rodales puros de *D. oleifera* dentro de una plantación en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica, Montagnini *et al.* (2003) estimaron períodos de rotación de 25 y 32 años para los rodales raleados y no raleados, respectivamente. Asimismo, se han establecido plantaciones de *Dipteryx* spp. en Trinidad y Tobago, y posiblemente también Jamaica, para la recolección de semillas y como árboles de sombra para el cacao. Según informes, también se han establecido plantaciones en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt en Ucayali, Perú (Flores, 2014 en Romo *et al.*, 2019; Honorio Coronado, com. pers., 2021). Las *Dipteryx* spp. (*D. odorata* o *D. punctata*) son cultivadas por comunidades locales del sur de Venezuela para complementar la cosecha de sarrapia de rodales silvestres y para la conservación de las especies (Pérez y Souto, 2011).

8.5 Conservación del hábitat

En Perú, la *D. micrantha* se encuentra en las siguientes zonas protegidas: Parque Nacional Bahuaja Sonene, Parque Nacional del Manu, Parque Nacional Alto Purús y Reserva Comunal El Sira (Romo *et al.*, 2019). La modelización de la distribución de la *D. alata* en Brasil previó la presencia de la especie en varias zonas protegidas del valle de Araguaia y los humedales de Rio das Mortes (CNCFlora, 2012) y también se observó que la especie era conservada por algunas comunidades locales del estado de Goiás (Brasil), cuyos medios de subsistencia se basan en la producción de almendras (semillas) de *D. alata* (Nabout *et al.*, 2010). Una evaluación de la conservación de la *D. oleifera* en Costa Rica reveló que solo el 3,8 % del hábitat de la especie en el Estado del área de distribución se encontraba en una zona protegida por el Gobierno (Estrada Chavarría *et al.*, 2005 en Fliesswasser, 2014). Se ha informado de la presencia de *D. polyphylla* en la zona protegida del Bosque Nacional de Jamari en Brasil (Hills, 2021).

8.6 Salvaguardias

Véase la sección 7.1.

9. Información sobre especies similares

Según el Instituto Thünen de Alemania, dedicado a la investigación forestal, no es posible distinguir claramente a cada una de las especies del género *Dipteryx* mediante la identificación macroscópica y microscópica de la anatomía de la madera (Koch, com. pers. a Forest Trends, 2021). Sin embargo, la identificación de las especies *D. alata*, *D. ferrea*, *D. micrantha*, *D. odorata* y *D. punctata* utilizando marcadores genéticos es actualmente posible (Honorio Coronado *et al.*, 2020). Pronto se incluirán muestras de *Dipteryx* spp. en la base de datos de especies identificables en el campo utilizando la plataforma de código abierto utilizable en el campo XyloTron (Ravindran *et al.*, 2021). Varias especies de *Dipteryx* se comercializan con los nombres comunes «cumaru» o «shihuahuaco» y no se distinguen ni se identifican a nivel de especie en el comercio (Aldana Gomero *et al.*, 2016). Por ejemplo, la *D. punctata* es menos conocida en los mercados internacionales, pero suele identificarse incorrectamente como *D. odorata* (de Lima y Carvalho, com. pers.). Según Koch (*en litt.* a UICN y TRAFFIC, 2019), la *D. alata* y la *D. odorata* se suelen confundir con *Handroanthus* spp., *Tabebuia* spp. y *Roseodendron* spp. (conocidas en su conjunto como «ipê») en el comercio, aunque es posible diferenciar entre la madera de *Dipteryx* y la de ipê sobre la base de las características microscópicas de la madera.

10. Consultas

La Unión Europea distribuyó una consulta entre todos los Estados del área de distribución en diciembre de 2021.

11. Observaciones adicionales

Tras la publicación de la última taxonomía sobre el género *Dipteryx* en 2022, habrá una mayor claridad en cuanto a la nomenclatura y la distribución de las especies (Carvalho, com. pers. a Forest Trends, 2021). Dada la irregularidad tanto de los nombres comunes como de los científicos utilizados en el comercio y la dificultad de identificación a nivel de especie, en el futuro debería considerarse incluir el género, de conformidad con el criterio A, en el anexo 2b de la Resolución Conf. 9.24 (Rev. CoP17).

12. Referencias

- Aldana Gomero, D.R., Garcia-Davila, C.R., Hidalgo Pizango, C.G., Flores Llampazo, G.R., del Castillo Torres, D., Reynel Rodríguez, C., Pariente Mondragon, E. y Honorio Coronado, E.N. 2016. Análisis morfométrico de la especie *Dipteryx* en la Amazonia peruana. *Folia Amazónica* 25 (2): 101.
- Amazônia Real, 2019. Amazônia em Chamas: 90 % da madeira exportada são ilegais, Diz Polícia Federal. Septiembre de 2019. Disponible en: <https://amazoniareal.com.br/amazonia-em-chamas-90-da-madeira-exportada-sao-ilegais-diz-policia-federal/> [consultado: 28/03/2022]
- Amorim, A.T.S. 2000. Santarém: UMA Síntese Histórica, Canoas, Ulbra, Santarem, Brasil.
- Antongiovanni, M., Venticinque E.M., Matsumoto, M. y Fonseca, C.R. 2020. Perturbaciones antropogénicas crónicas en los fragmentos secos de Caatinga. *Diario de Ecología Aplicada*, 57(10), 2064-2074.
- Ávalos, Á. 2008. Sala IV de Investigación del Almendro amarillo, Costa Rica, martes 16 de septiembre de 2008. La Nación. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://www.nacion.com/el-pais/sala-iv-prohibe-explotacion-del-almendro-amarillo/R2GHJRICAJEBCNRACT2HQQLF4/story/>. [Consultado: 12/10/2021].
- Barclay, G. 2012. Plantas medicinales de Trinidad y Tobago. En: Reid, B. (Ed.). *Patrimonio Caribeño*. Universidad de West Indies Press, Jamaica. 221-235.
- Begazo, A. (Ed.) 2021. Perú Aves. Harpy Eagle *Harpia harpyja*; Águila cocida *Morphnus guianensis*. Corbidi, Lima, Perú. Disponible en <https://www.peruaves.org/> [Accedido: 07/07/2021].
- BGCI 2021.a. Base de datos en línea GlobalTreeSearch. International Botanic Gardens Conservation International. Richmond, Reino Unido. Disponible en: https://tools.bgci.org/global_tree_search.php. [Consultado: 08/10/2021]
- BGCI 2021b. Base de datos en línea ThreatSearch. International Botanic Gardens Conservation International. Richmond, Reino Unido. Disponible en: https://tools.bgci.org/threat_search.php. [Consultado: 13/10/2021]
- Bjork, R. y Powell, G.V.N. 1995. Macaw de Buffon: algunas observaciones sobre la población costarricense, su hábitat forestal de tierras bajas y su conservación. Páginas 387-392 en: Abramson, J., Spear, B.L., y Thomsen J. B. (Eds.) 1995. Las grandes macawas: su cuidado, cría y conservación. Raintree Publications, Fort Bragg, California, Estados Unidos.
- International Botanic Gardens Conservation International (BGCI) e IUCN SSC Global Tree Specialist Group (GTSG). 2019 bis. *Dipteryx lacunifera*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019: e.T149208771A149208773. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T149208771A149208773.en>. [Consultado: 08/10/2021]
- International Botanic Gardens Conservation International (BGCI) e IUCN SSC Global Tree Specialist Group (GTSG). 2019b. *Dipteryx punctata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019: e.T144302705A149055806. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T144302705A149055806.en>. [Consultado: 08/10/2021]
- Bovell-Benjamin, A.C. y Roberts, J. 2016. *Toxicantes presentes de forma natural: Presencia en frutas elegidas commonly consumidas*. Elsevier Inc. 247-282 pp.
- Brightsmith, D. 2005. Nidificación de la necrot en el sudeste de Perú: Patrones estacionales y árboles clave. *Boletín Wilson*, 117 (3): 296-305.
- Camacho Calvo, A. 2015. Análisis de la restricción a la cosecha de la almendra amarilla (*Dipteryx panamensis*). 29 pp.
- Cardenas, L.D. y Salinas N.R. (Eds.). 2007. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4, Especies maderables Amenazadas: primera parte. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Carneiro, F.S., Lacerda, A.E.B., Lemes, M.R., Gribel, R., Kanashiro, M., Wadt, L.H.O. y Sebbenn, A.M. 2011. Los efectos de la tala selectiva en el sistema de apareamiento y la dispersión del *polen de Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae) en la Amazonia brasileña oriental, como revelan los análisis por microsatélite. *Ecología forestal y gestión* 262, 1758-1765.
- Carvalho, C.S., de Fraga, N.C., Cardoso, D.B.O.S. y Lima, H.C. 2020.a. Tonka, baru y cumaru: Descripción de la nomenclatura, tipificación y lista de control actualizada de *Dipteryx* (Leguminosae). *Taxón*. 69 (3), pp. 582-592.
- Carvalho, C.S., Lima, H.C. y Cardoso, D.B.O.S. 2020b. *Dipteryx* en Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponible en: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB106733>. [Consultado 24/10/2021]
- Carvalho 2021. Carvalho, C.S. (Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil) pers. a las tendencias forestales, 20 de julio de 2021 y 2 de junio de 2022.
- Carvalho, C.S., Cardoso, D.B., de Lima, H.C., Zamora, N.A. y Klitgaard, B.B. 2021. (2842) propuesta de conservación de *la Coumarouna panamensis* (*Dipteryx panamensis*) contra *D. oleifera* (Leguminosae). *Taxón*, 70 (5) pp. 1142-1144.
- Cámaras, J., Higuchi, N. y Schimel, J. Ancient trees in Amazonia. *Naturaleza* 391, 135-136 (1998). <https://doi.org/10.1038/34325>.

- Chassot, O. y Monge, G. 2002. Grandes macrones verdes: Especies emblemáticas de Costa Rica. *PsittaScene* 53: 6-7.
- Cintra, R. y Horna, V. 1997. Supervivencia de semillas y plántulas de la palma *Astrocaryum murumuru* y la leguminosa *Dipteryx micrantha* en huecos en el bosque amazónico. *Journal of Tropical Ecology* 13 (02): 257-277.
- Autoridad Administrativa CITES (AG) de Brasil 2022. Autoridad Administrativa CITES de Brasil *in litt.* to European Commission, 2 de febrero de 2022.
- Autoridad Administrativa CITES (AG) de Colombia 2022. Autoridad de Gestión de la CITES de Colombia *in litt.* a la Comisión Europea, 10 de junio de 2022.
- Clark, D.A. y Clark, D.B. 1992. Historia vital: diversidad de copas y árboles emergentes en un bosque de lluvia neotropical. *Ecol. Monogr.* 62:315-344.
- Clark, D.B. y Clark, D.A. 2001. Llegar a la córnea: Crecimiento de la altura de los árboles en una selva tropical neotropical. *Ecología* 82 (5): 1460-1472.
- CNCFlora. *Dipteryx alata* en Lista Vermelha da flora Brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponible en: [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dipteryx alata](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dipteryx%20alata). [Consultado: 06/07/2021]
- Collevatti, R.G., Lima, J.S., Soares, T.N. y Telles, M.D.C. 2010. Estructura genética espacial y rasgos del historial vital en especies arbóreas de Cerrado: conclusiones para la conservación. *Natureza and Conservação*, 8 (1): 54-59.
- Collevatti, R.G., Telles, M.P.D.C., Nabout, J.C., Chaves, L.J. y Soares, T.N. 2013. Historia demográfica y baja diversidad genética en *Dipteryx alata* (Fabaceae) desde las sabanas neotropicales brasileñas. *Herencia*, 111 (2): 97-105.
- Condit, R. 2021. *Dipteryx oleifera*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2021: e.T62024979A176095054. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T62024979A176095054.en>. [Consultado: 14/06/2021].
- Crepin, J. 2016. El bosque detrás de tu perfume. Conservación Internacional. Disponible en: <https://www.conservation.org/blog/the-forest-behind-your-perfume> [consultado: 31/05/2022]
- Aduana Surinam 2003. Extracto del anexo a: Decreto estatal de 18 de septiembre de 2003 (S.B. 2003 n.º 74). Lista negativa 2003. Disponible en: <https://www.douanesuriname.com/negatievelijst.html>. [Consultado: 12/10/2021]
- Da Silva, S. R., Ferreira, T. H. B., de Souza, C. J. F. y Sanjinez-Argandon, E. J. 2021. Capítulo: *Dipteryx alata* Vogl. En: Frutos del Cerrado brasileño, Springer Nature, Suiza.
- Da Silva, T.M., da Silva Jardim, F.C., da Serra Silva, M. y Shanley, P. 2010. O mercado de amendoas de *Dipteryx odorata* (cumaru) no estado do Para *Floresta*, 40 (3): 603-614. [Traducción automática]
- De Lima 2021. De Lima, H.C. (Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil) pers. to Forest Trends, 16 de abril de 2021.
- De Stevens, D. y Putz, F.E. 1984. Impacto de los mamíferos en el reclutamiento temprano de un árbol de copas tropicales, *Dipteryx panamensis*, en Panamá. *Oikos* 43 (2): 207-216.
- Delgado, R., P. Navarro, R. Trujillo. 2018. Estudio sobre el estado actual y avances en las cadenas productivas del cusí, copaibo y almendra chiquitana. Estudio no publicado, Fundación Amigos de la Naturaleza, Proyecto Gestión Integral de Bosques para la Reducción de la Deforestación/GIZ, Santa Cruz.
- Diaz-Martin, Z., Swamy, V., Terborgh, J., Alvarez-Loayza, P. y Cornejo, F. 2014. Identificación de los recursos vegetales clave en un bosque amazónico utilizando un historial de caída de frutos a largo plazo. *Diario de Ecología Tropical*, 30 (4): 291-301.
- Dittel, J.W., Lambert, T.D. y Adler, G.H., 2015. Dispersión de semillas por roedores en un bosque llano en el centro de Panamá. *Diario de Ecología Tropical*, 31 (5), 403-412.
- Ducke, A. 1940. Revisión de las especies del género *Coumarouna* Aubl. o *Dipteryx* Schreb. *Maderas tropicales* 61, 1-10.
- EIA 2012. La máquina de blanqueo: Cómo el fraude y la corrupción en el sistema de concesiones peruano están destruyendo el futuro de sus bosques. Agencia de Investigación Medioambiental. 72 pp.
- EIA 2019. Condenando el bosque. Agencia de Investigación Medioambiental. Disponible en: <https://eia-global.org/press-releases/20190626-condenando-el-bosque-pr>. [Consultado: 08/07/2021]
- Espinosa, T. y Valle, D. 2020. Evaluación poblacional de *Dipteryx micrantha* en la Cuenca del río Las Piedras, Madre de Dios (Perú). *Revista Forestal del Perú* 35 (3): 76-85.
- Espírito-Santo M.M., Leite M.E., Silva J.O., Barbosa R.S., Rocha A.M., Anaya F.C. y Dupin M.G.V. 2016. Modalidades de comprensión del cambio de ocupación del suelo en el Cerrado brasileño de 2000 a 2015. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 371: 20150435.
- Estrada Chavarría, A., Rodríguez Gonzáles, A. y Sánchez Gonzáles, J. 2005. Evaluación y categorización del Estado de Conservación de Plantas en Costa Rica. Museo Nacional de Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, Costa Rica.

- Instituto Forestal Europeo 2020. Mecanismo FLEGT de la UE: Acuerdos de asociación voluntarios. Disponible en: <https://www.euflegt.efi.int/vpa> [consultado: 08/10/2021].
- Parlamento Europeo, 2008. Reglamento (CE) n.º 1334/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre los aromas y determinados ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes utilizados en los alimentos y por el que se modifican el Reglamento (CEE) n.º 1601/91 del Consejo, los Reglamentos (CE) n.º 2232/96 y (CE) n.º 110/2008 y la Directiva 2000/13/CE. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1334&from=EN> [consultado: 28/03/2022]
- FAO 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020: Informe principal. Roma (Italia). 186 pp.
- FDA, 2022. United States Code of Federal Regulations, Título 21, volumen 3, parte 189. United States Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos). Disponible en: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm?fr=189.130> [consultado: 28/03/2022]
- Fernandes, D.C., Freitas, J.B., Czedler, L.P. y Naves, M.M.V. 2010. Composición nutricional y valor proteico del barú (*Dipteryx alata* Vog.) de la Savanna brasileña. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (10), pp. 1650-1655.
- Fernández, A. pers. en: Pérez, B.E. y Souto, T. 2011. Conocimiento etnobotánico de *Sarrapia* (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.) entre tres comunidades no indígenas de la cuenca del río Caura baja, Venezuela. *Journal of Ethnobotany* 31 (1): 128-149.
- Fleisswasser, S. 2014. *Dipteryx oleifera* Badre. Ficha informativa sobre especies vegetales. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Alemania. Disponible en: https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/artenschutz/Dokumente/Dipteryx_oleifera_Factsheet.pdf [consultado: 13/10/2021]
- Flores, Y. 2014. Cultivo de shihuahuaco, *Dipteryx odorata* disponible en: http://vonhumboldt.inia.blogspot.pe/2014/03/cultivo-del-shihuahuaco-dipteryx-odorata_20.html [fecha de acceso desconocida]
- Conexión de datos forestales 2022. Estudio de la distribución espacial y el estado de conservación de ecosistemas adecuados para *Dipteryx ferrea* (Ducke) Ducke y *Dipteryx micrantha* Harms «shihuahuaco» (Fabaceae) en la Amazonia peruana.
- Tendencias Forestales, 2021a. Cuadro de riesgos de legalidad de la madera: Brasil. Julio de 2021. Disponible en: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/01/Brazil-Timber-Legality-Risk-Dashboard-IDAT-Risk.pdf> [consultado: 28/03/2022]
- Tendencias Forestales, 2021b. Cuadro de riesgos de legalidad de la madera: Colombia. Julio de 2021. Disponible en: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/01/Colombia-Timber-Legality-Risk-Dashboard-IDAT-Risk.pdf> [consultado: 28/03/2022]
- Tendencias Forestales, 2021c. Cuadro de riesgos de legalidad de la madera: Perú. Julio de 2021. Disponible en: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/01/Peru-Timber-Legality-Risk-Dashboard-IDAT-Risk.pdf> [consultado: 28/03/2022]
- Fritz, A., Novello, B.Q., Assis, G. De, Domingues, F., Franca, C. y Tamaio, N. 2020. Las especies amenazadas representan el 10 % del comercio documentado de madera de Brasil. *Boletín de Conservación de la Naturaleza*, 55 (marzo): 125821.
- Funk, V.A., Berry, P., Alexander, S., Hollowell, T.H. y Kelloff, C.L. 2007. Lista de control de las plantas del Escudo de Guayana (Venezuela: Amazonas, Bolívar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, Guayana Francesa). Washington, DC: Museo Nacional de Historia Natural, pp. 1-300.
- García-Davila, C., Gomero, D. A., Renno, J. F., Soria, R. D., Pizango, G. H., Llampazo, G. F., y Tysklind, N. 2020. Evidencia molecular de tres especies genéticas de *Dipteryx* en la Amazonia peruana. *Genetica*, 148 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10709-019-00082-2>.
- Global Forest Watch 2002. El estado de los bosques de Venezuela: Un estudio de caso de la región de Guayana. Caracas, Venezuela, p. 156.
- Global Witness 2019. «*Forest Avengers*». 24 pp. Disponible en: <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/forests/forest-avengers/>. [Consultado: 11/10/2021].
- Goodman, R.C., Phillips, O.L. y Baker, T.R. 2012. Bosques tropicales: Endurecimiento de las estimaciones de carbono de los árboles. *Naturaleza* 491: 527
- Goodman, R.C., Phillips, O.L., y Baker, T.R. 2014. La importancia de las dimensiones de la copa para mejorar las estimaciones de la biomasa de árboles tropicales. *Aplicaciones ecológicas*, 24(4), 680-698.
- Gobierno de Bolivia 1996. Decreto Supremo N.º 24453 — Reglamento General de la Ley Forestal. Estado Plurinacional de Bolivia.
- Gobierno de Brasil 1995. LEI 11054-11 de Janeiro de 1995 — Dispõe sobre un Lei Florestal do Estado. Publicado n.º Diário Oficial n.º 4425. Brasil.
- Gobierno de Brasil 2014. Orden MMA n.º 443, de 17 de diciembre de 2014, por la que se reconocen como especies amenazadas de flora brasileña las enumeradas en la Lista Nacional Oficial de Especies Vegetales Amenazadas. Brasil.
- Gobierno de Costa Rica 1996. Ley n.º 7575 — Ley Forestal. Alcance n.º 21 a La Gaceta n.º 72

- Diario Oficial. San José, Costa Rica.
- Gobierno de Ecuador 2004. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Registro Oficial Suplemento n.º 418. Ecuador.
- Gobierno de Guyana 1953. Reglamentos Forestales. Guyana.
- Gobierno de Honduras 2008. Decreto n.º 98-2007 — Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Honduras.
- Gobierno de Nicaragua 2006 bis. Resolución n.º 29/06 — Incluye especie *Dipteryx panamensis* en el escudo de Vedas Nacionales Indefinidas. La Gaceta N.º 141: 6243-6244. Nicaragua.
- Gobierno de Nicaragua 2006b. Ley n.º 585 — Ley de veda para el corte, aprovechamiento y comercialización del recurso forestal. La Gaceta n.º 120. Nicaragua.
- Gobierno de Panamá 1998. Resolución n.º 5 — Reglamento de la Ley Forestal de la República de Panamá. Gaceta Oficial n.º 23.495. Panamá.
- Gobierno de Panamá 2008. Decreto n.º 83 — Regula la exportación de madera proveniente del bosque natural o extraño de Embalses de agua. Gaceta Oficial n.º 26.099. Panamá.
- Gobierno de Panamá 2016.a. Resolución n.º 657 — Establece el proceso para la elaboración y revisión técnica del escudo de las especialidades de fauna y flora Amenazadas de Panamá. Gaceta Oficial n.º 28.187. Panamá.
- Gobierno de Panamá 2016b. Decreto n.º 7 — deroga el Decreto n.º 83, que regula la exportación de madera proveniente del bosque natural o extraña de Embalses de agua. Gaceta Oficial n.º 27.957. Panamá.
- Gobierno de Panamá 2021. Decreto n.º 107 — Prohíbe la exportación de madera proveniente del bosque natural o extraña de Embalses de agua, en troza. Gaceta Oficial n.º 29.207. Panamá.
- Gobierno de Paraguay 1972. Decreto n.º 24489/72 por el que se prohíbe la exportación de Maderas en rollos y vigas. Paraguay.
- Gobierno de Surinam 1992. Ley de Ordenación Forestal. Surinam. Disponible en: http://sbbsur.com/wp-content/uploads/2014/08/Wet-Bosbeheer_compleet.pdf. [Consultado: 12/10/2021]
- Gobierno de Venezuela 2020. *La sarrapia, fruto histórico Venezolano*. Disponible en: <https://www.mincyt.gob.ve/la-sarrapia-fruto-historico-venezolano/>. [Consultado: 11/10/2021].
- Comisión Forestal de Guyana 2016. Propuesta de política nacional de exportación de troncos (2016-2020). 34 pp.
- Hanson, T., Brunfeldt, S. y Finegan, B. 2006. Variación de la densidad de plántulas y de los indicadores de depredación de semillas para el árbol emergente *Dipteryx panamensis* en bosque pluvial continuo y fragmentado. *Biotropica*, 38 (6): 770-774.
- Herrero-Jáuregui C., García-Fernández, C., Sist, P.L.J. y Casado, M.A. 2011. Dinámica de reclutamiento de dos especies de árboles de uso múltiple neotropical de baja densidad. *Ecología Vegetal* 212: 1501-1512.
- Herrero-Jáuregui C., Sist, P. y Casado, M. 2012. Estructura poblacional de dos especies de árboles neotropicales de baja densidad bajo sistemas de gestión diferentes. *Ecología y Gestión Forestales* 208: 31-39.
- Herrero-Jáuregui, C., Guariguata, M.R., Cárdenas, D., Vilanova, E., Robles, M., Licona, J.C. y Nalvarte, W. 2013. Evaluación del alcance del «conflicto de uso» en los árboles forestales tropicales polivalentes: Una visión regional. *Diario Oficial de la Gestión Medioambiental*, 130: 40-47.
- Colls, R. 2021. *Dipteryx poliphylla*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2021: e.T171986182A171989674. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T171986182A171989674.en>. [Consultado: 16/12/2021]
- Colls, R. 2021. Ryan Hills *in litt.* to UNEP-WCMC, 15-17 de diciembre de 2021.
- Honorio Coronado 2021. Honorio Coronado, E. (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Programa de Investigación en Manejo de Bosques y Servicios Ambientales (PROBOSQUES), Perú) pers. a las Tendencias Forestales del 4 de agosto de 2021.
- Honorio Coronado, E. N., Blanc-Jolivet, C., Mader, M., García-Dávila, C. R., Aldana Gomero, D., del Castillo Torres, D., Flores Llampazo, G., Hidalgo Pizango, G., Sebbenn, A. M., Meyer-Sand, B. R. V., Paredes-Villanueva, K., Tysklind, N., Troispoux, V., Massot, M., Carvalho, C., de Lima, H. C., Cardoso, D., y Degen, B., 2020. Marcadores SNP como herramienta molecular de éxito para evaluar la identidad de las especies y el origen geográfico de los árboles en el género de leguminosas sudamericanas, importante desde el punto de vista económico, *Dipteryx. Boletín Oficial*, 2020: 1-11.
- Honorio Coronado, E., Aldana Gomero, D., Flores Llampazo, G., Hidalgo Pizango, G., Mejía de Loayza, E., Del Castillo Torres, D., Huamantupa Chuquimaco, I., Baker, T., Degen, B. y García-Dávila, C. 2018. *Fichas de identificación de las especialidades de Dipteryx de la Amazonía peruana*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos. 20 pp.
- IBAMA 2011. Instrução Normativa n.º 15. Diário Oficial da União, 234: 66-67. Brasil. Disponible en: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0015-061211.PDF> [consultado: 31/04/2022]
- IBAMA 2018. Instrução Normativa 13, de 24 de abril de 2018. Brasil. Disponible en: <http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=138324> [consultado: 31/04/2022]

- IPCC 2019. *El cambio climático y la tierra: informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres*. Shukla, P.R., Skea, J., Calvo Buendia, E., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Zhai, P., Slade, R., Connors, S., Van Diemen, R. y Ferrat, M. (Eds.). 874 pp.
- OIMT 2021. Cumaru (*Dipteryx spp.*). Disponible en: <http://www.tropicaltimber.info/specie/cumaru-dipteryx-spp/#lower-content>. [Consultado: 12/10/2021]
- UICN y TRAFFIC 2019. Análisis IUCN/TRAFFIC de las propuestas de modificación de los apéndices de la CITES. Preparado por el Programa Global de Especies de la UICN y TRAFFIC para la decimoctava reunión de la Conferencia de las Partes en la CITES. UICN — Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Gland, Suiza.
- Jansen, P.A. y Zuidema, P.A., 2001. Tala, dispersión de semillas por vertebrados y regeneración natural de árboles tropicales. En: Fimbel, R., Grajal, A. y Robinson, J.G. (Eds.). *El borde delantero: Conservación de la fauna silvestre en bosques tropicales talados*. Columbia University Press, Nueva York, pp. 35-59.
- Jenkins, H. S. 2009. Reconstrucción climática de la Amazonas utilizando la tasa de crecimiento y los isótopos de anillos arbóreos de la cuenca de Madre de Dios, Perú. Dissertación. Departamento de Ciencias de la Tierra y los Océanos. Universidad Duke. Carolina del Norte.
- Jennings, S.B., Brown, N.D., Boshier, D.H., Whitmore, T.C., Lopes, J.do C.A., 2001. La ecología ofrece una solución pragmática para el mantenimiento de la diversidad genética en los bosques tropicales gestionados de manera sostenible. *Ecología forestal y gestión* 154, 1-10.
- Kermath, B., Bennett, B. y Pulsipher, L.M. 2014. *Plantas alimentarias en América: Estudio de las Plantas Domestizadas, Cultivadas y Silvestres Utilizadas para la Alimentación Humana en América del Norte, Central y del Sur y el Caribe*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263888295_Food_Plants_in_the_Americas_A_Survey_of_the_Domesticated_Cultivated_and_Wild_Plants_Used_for_Human_Food_in_North_Central_and_South_America_and_the_Caribbean.
- Koch 2021. Koch, G. (Thünen Institute of Wood Research, Hamburgo, Alemania) pers. a Forest Trends, 21 de abril de 2021.
- Koch, G. 2019. Koch, G. *in litt.* to the UCN/TRAFFIC Analyses Team, Cambridge, Reino Unido. 2019.
- Leisher, C., Touval, J., Hess, S.M., Boucher, T.M. y Reymondin, L. 2013. Degradación de la tierra y los bosques en zonas protegidas de América Latina. *Diversidad*, 5 (4): 779-795.
- Lopez-González, G., Lewis, S.L., BURKITT, M., Baker T.R. y Phillips, O.L. 2009. Base de datos ForestPlots.net. Disponible en: www.forestplots.net [consultado: 2014]
- Mantovani, J.E. y Pereira, A., 1998. Estimativa da Integridade da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto*, 9: 11-18.
- Marengo, J.A., Souza Jr, C.M., Thonicke, K., Burton, C., Halladay, K., Betts, R.A., Alves, L.M. y Soares, W.R., 2018. Cambios en el clima y el uso del suelo en la región amazónica: variabilidad y tendencias actuales y futuras. *Fronteras en la ciencia de la Tierra*, 6: 228.
- MINAE 1996. Decreto Ministerial n.º 25167, de 12 de junio de 1996. *La Gaceta*, 1111. Costa Rica.
- MINAGRI-SERFOR 2019. Anuario Forestal y de Fauna 2017. 124 pp.
- MINAGRI-SERFOR 2019. Anuario Forestal y de Fauna 2018. 187 pp.
- MINAGRI-SERFOR 2020. Anuario Forestal y de Fauna 2019. 131 pp.
- MINAGRI-SERFOR 2021. Anuario Forestal y de Fauna 2020. 116 pp.
- Mongabay 2018. En la Amazonia peruana, el preciado árbol shihuahuaco se enfrenta a un futuro brillante. Disponible en: <https://news.mongabay.com/2018/10/in-the-peruvian-amazon-the-prized-shihuahuaco-tree-faces-a-grim-future/> [consultado: 11/10/2021]
- Montagnini, F., Ugalde, L. y Navarro, C. 2003. Características de crecimiento de algunas especies arbóreas autóctonas utilizadas en sistemas silvopastorales en las tierras bajas húmedas de Costa Rica. *Sistemas agroforestales*, 59 (2): 163-170.
- Morales, L. 2017. Paz y protección del medio ambiente en Colombia: Propuestas de desarrollo rural sostenible. *El diálogo: Liderazgo para las Américas*. Washington D.C., Estados Unidos. 32 pp.
- MORAES, M. pers. en: Requena Suarez, D.K. 2021. *Dipteryx alata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2021: e.T32984A111305198. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T32984A111305198.en>. [Consultado: 16/12/2021]
- Nabout, J.C., Soares, T.N., Diniz-Filho, J.A.F., De Marco Junior, P., Telles, M.P.C., Naves, R.V. y Chaves, L.J. 2010. Combinación de múltiples modelos para predecir la distribución geográfica del árbol Baru (*Dipteryx alata* Vogel) en el Cerrado brasileño. *Boletín Brasileño de Biología* 70 (4): 911-919.
- Centro Nacional de Información Biotecnológica 2021. PubChem Compound Summary for CID 323, Coumarin. Disponible en: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin>. [Consultado: 01/07/2021]
- Naveed, A. 2021. Habas de tonka: Una especia deliciosa pero ilegal de Sudamérica. *Revista Recette*, 21 de abril de 2021. Disponible en: <https://blog.suvie.com/tonka-beans-a-delicious-yet-illegal-spice-from-south-america/> [consultado: 26/04/2022]

- Norman, M. y Rodríguez Zunino, A. 2021. Exportaciones bolivianas de suelos de madera: ¿Qué sabemos sobre los riesgos de la tala y el comercio ilegales? Iniciativa sobre el comercio y la financiación de las políticas forestales, «Forest Trends». 15 pp.
- OJO Publico 2021. Entre el lobby y la demanda comercial: El destino fatal del shihuahuaco. Disponible en: https://ojo-publico.com/2772/lobby-y-demanda-el-destino-fatal-del-shihuahuaco-amazonico?fbclid=IwAR2T1jFxDt7UsYOpKS31-7-myS6alzuVt4VzQwUx5W8mg_8xYo8P_tbMpl [consultado: 11/10/2021]
- Panjiva 2021.a. Información sobre la cadena de suministro de Panjiva. Brasil exporta de abril de 2018 a 2021. Disponible en: www.panjiva.com. [consultado: 30/04/2021]
- Panjiva 2021b. Información sobre la cadena de suministro de Panjiva. Perú exporta abril de 2015-2018 y 2018-2021. Disponible en: www.panjiva.com. [consultado: 23/04/2021]
- PCM, USAID y US Forest Service, 2021. Estimación y mejora de la legalidad de la madera en Perú. Índice y porcentaje: Un método accesible para medir la tala ilegal y el comercio de madera. PCM, USAID, US Forest Service. Lima, Perú. 74 pp.
- Pérez-Cruz, C.A. y Villarroel, D. 2020. Modelo de distribución española de la almendra chiquitana (*Dipteryx alata* Vogel, Fabaceae) en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 55 (3). Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282020000300003 [consultado el 21/12/2021].
- Pérez, B.E. y Souto, T. 2011. Conocimiento etnobotánico de *Sarrapia* (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.) entre tres comunidades no indígenas de la cuenca del río Caura baja, Venezuela. *Journal of Ethnobotany* 31 (1): 128-149.
- Pinto, A.M., Morellato, L.P.C. y Barbosa, A.P. 2008. Fenología reproductiva de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Fabaceae) em duas áreas de Floresta na Amazônia Central. *ACTA Amazônica*, 38 (4), 643-649. [Traducción automática]
- Polhill, R.M. y Raven, P.H. (eds.) 1981. Avances en la sistemática de las leguminosas, parte 1. Richmond: Jardines botánicos reales, Kew.
- POWO 2021. Plantas del Mundo en Línea (POWO). Facilitado por el Real Jardín Botánico de Kew. Disponible en: <http://www.plantsoftheworldonline.org>. [Consultado: 08/10/2021]
- Putzel, L. pers. com. en: Romo, M., Va´ squez, R., Zu´ n Ciga, D., y Nun EU Vargas, P. 2019. Ficha de especie clasificada: Evaluación de la amenaza de *Dipteryx micrantha*. Preparado para la Lista Peruana de Especies Amenazadas y remitido a SERFOR, 2019.
- Putzel, L., Padoch, C. y Pinedo-vasquez, M. 2008. El comercio de madera chino y la tala de la Amazonia peruana. *Diversidad*, 22 (6): 1659-1661.
- Putzel, L., Padoch, C., Ricse, A., Harrison, Ó.S. y Herbohn, J. 2013. Volver a colocar los árboles: Enriquecimiento forestal minifundista del bosque de concesión posapurado en la Amazonia peruana. *Silvicultura a pequeña escala*, 12: 421-436.
- Putzel, L., Peters, C.M. y Romo, M. 2011. Regeneración posterior a la tala y reclutamiento de shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) en la Amazonia peruana: Implicaciones para la gestión. *Ecología y gestión forestal* 261 (2011): 1099-1105.
- Ravindran, P., Owens, F.C., Wade, A.C., Vega, P., Montenegro, R., Shmulsky, R. y Wiedenhoef, A.C. 2021. Identificación de madera con visión informática desplegable sobre el terreno de las maderas peruanas. *Frente. Planta Sci.* 12: 647515 Fecha de nacimiento: 10.3389/fpls.2021.647515.
- RedeXingu 2021. Disponible en: https://ox.socioambiental.org/sites/default/files/2021-06/SIRAD%20X%20REPORT%20day_dm-%20day_dm-%202021.pdf [consultado: 12/10/2021]
- Requena Suarez, D.K. 2021. *Dipteryx alata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2021: e.T32984A111305198. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T32984A111305198.en>. [Consultado: 16/12/2021]
- Requena Suarez, D.K. 2017.a. *Dipteryx odorata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017: e.T62024955A62024965. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T62024955A62024965.en>. [Consultado: 23/04/2021]
- Requena Suarez, D.K. 2017b. *Dipteryx micrantha*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017: e.T110474723A110474851. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T110474723A110474851.en>. [Consultado: 23/04/2021]
- Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C.C. y Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonia peruana y sus usos, un manual con apuntes de identificación, Ecología y propagación de las especialidades. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina, Lima, Perú.
- Richards, M., Wells, A., del Gatto, F., Contreras-Hermosilla, A. y Pommier, D. 2003. Repercusiones de la ilegalidad y obstáculos a la legalidad: análisis diagnóstico de la tala ilegal en Honduras y Nicaragua. *International Forestry Review*, 5 (3), pp. 282-292.
- Romo, M. y Tuomisto, H. 2004. El efecto de la luz en la supervivencia y el crecimiento de las plántulas y plantones de *Dipteryx micrantha* en una selva pluvial Amazonia. *Ann. Univ. Turku. All.* 180 (3): 1-24.

- Romo, M., Ruocolainen, K. y Rajaniemi, S. 2004.a. Estructura poblacional y reclutamiento de un árbol emergente, *Dipteryx micrantha*, en diferentes hábitats de una llanura aluvial peruana. Ann. Univ. Turku. Sarja-Ser. AII IV, 1-19.
- Romo, M., Tuomisto, H. y Loiselle, B.A. 2004b. Sobre la dependencia de la densidad de la depredación de semillas en *Dipteryx micrantha*, un bosque de lluvia dispersado por murciélagos. *Oecologia* 140, 76-85.
- Romo, M., Va´ squez, R., y Nun EU Vargas, P. 2022. Romo *et al. in litt.* to Forest Trends, mayo de 2022.
- Romo, M., Va´ squez, R., Zu´ n C´ iga, D., y Nun EU Vargas, P. 2019. Ficha de especie clasificada: Evaluaci3n de la amenaza de *Dipteryx micrantha*. Preparado para la Lista Peruana de Especies Amenazadas y remitido a SERFOR, 2019.
- Ruiz, J.E. 2008. Efectos de los herbívoros dispersos e insectos en el reclutamiento de las plántulas de *Dipteryx oleifera* B11. (Fabaceae) un árbol tropical. Doctorado en la Universidad de Michigan (Estados Unidos).
- Ruiz, L.K., S.R. Gradstein y R. Bernal 2015. *Dipteryx*. En Bernal, R., S.R. Gradstein Celis M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co> [consultado 14/06/2022].
- Santos de Lima, L., Merry, F., Soares-Filho, B., Oliveira Rodrigues, H., dos Santos Damaceno, C. y Bauch, M.A. 2018. La tala ilegal desincentiva la creaci3n de un sector forestal sostenible en la Amazonia. *PLOS One*, 13 (12), p.e0207855.
- Schaaps, B. y canby, K. 2018. China registra importaciones procedentes de países con prohibiciones de exportaci3n de troncos. Tendencias comerciales y riesgos de diligencia debida. Tendencias Forestales, Washington.
- Schmidt, F. 2009. El efecto de la selecci3n de lugares en el crecimiento de *Dipteryx panamensis* en plantaciones de madera en Costa Rica y Panamá (disertaci3n doctoral).
- SERFOR 2016. Resoluci3n de la Direcci3n Ejecutiva N.º 143-2016-SERFOR de Anexo N.º 01: Lista Oficial de Especies Forestales. Perú.
- SERFOR 2018. Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú. Primera edici3n. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre), Lima, Perú, pp. 1-548.
- SERFOR 2020. Manual para la identificaci3n botánica de especialidades forestales de la Amazonía peruana, Lima, Perú. 284 pp.
- SERFOR 2021. Servicio Nacional Forestal y Vida Silvestre del Perú (SERFOR). Disponible en: <https://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es>. [Consultado: 16/04/2021]
- SERFOR 2022. Libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú. Disponible en: <https://www.serfor.gob.pe/portal/libro-rojo-de-la-fauna-silvestre-amenazada-del-peru>. [Consultado: 26/04/2022]
- Stevens, W.D., Ulloa Ulloa, C., Pool, A. y Montiel, O.M. 2001. Flora de Nicaragua. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 85. Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis, Estados Unidos.
- SUNAT 2021. Autoridad fiscal y aduanera peruana (SUNAT) disponible en: www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera. [Consultado: 16/04/2021]
- Tambarussi, E.V., Sebbenn, A.M., ALVES-PEREIRA, A., Vencovsky, R., Cambuim, J., da Silva, A., Moraes, M. y de Moraes, M.L. 2017. *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) un árbol neotropical con alto nivel de sellado: implicaci3n en los programas de conservaci3n y cría. *Annals of Forest Research*, 60 (2), pp. 243-261.
- Teixeira, P.C.M. y Zuniga, A.D.G., 2016. Cinética de secado de Baru almond (*Dipteryx alata* Vog) utilizada para la producci3n de biodiésel. *African Journal of Biotechnology*, 15 (41), 2325-2331.
- Terborgh, J. y Wright, S.J. 1994. Efectos de los herbívoros de mamíferos en la captaci3n de plantas en dos bosques neotropicales. *Ecología*, 75 (6), pp. 1829-1833.
- TRÁFICO 2014. Documento informativo Perú. Disponible en: <https://www.traffic.org/site/assets/files/8617/flegt-peru.pdf>. [Consultado: 12/10/2021]
- Departamento del Tesoro de los Estados Unidos 2014. Treasury sanctions Los Urabenos Leadership, 23 de julio de 2014. Comunicado de prensa, <https://www.treasury.gov/press-center/press-releases/Pages/jl2577.aspx>.
- USDA Forest Service, n.d. Ficha técnica de madera. Disponible en: https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/TechSheets/Chudnoff/TropAmerican/htmlDocs_tropamerican/Dipteryxodorata.html
- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J.F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Arag3o, L.E.O.C. y Nasi, R. 2021.a. Seguimiento a largo plazo (1990-2019) de los cambios de cobertura forestal en los tr3picos húmedos. *Science Advances*, 7 (10), eabe1603.
- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J.F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Arag3o, L.E.O.C. y Nasi, R. 2021b. Materiales complementarios para: Seguimiento a largo plazo (1990-2019) de los cambios de cobertura forestal en los tr3picos húmedos. *Science Advances*, 7 (10), eabe1603.
- Van Eynde, K., y Blomley, T. 2015. Informe: Causas de la ilegalidad de la Madera en Colombia. Estudio de la ONU Sobre los flujos del Comercio de la Madera, los Actores y los Impactos de la Tala ilegal. World

- Wildlife Fund y la Unión Europea. Disponible en:
https://www.flac.awsassets.panda.org/downloads/ilegalidadmadera_m3_b18_c5_web.pdf.
- Vennetier, C., Peltier, R., y Coimbra, J. 2012. Valorizar la Almendra Chiquitana, *Dipteryx alata* (Vogel), ¿Una estrategia para mitigar el impacto ambiental del desarrollo Agropecuario en Bolivia? *Bois et forêts des Tropiques*, 311 (1): 35-48
- Vieira, D. S., Oliveira, M. L. R., Gama, J. R. V., Figueiredo, A. E. S., EU Lafetá, B. O. (2021). Estrutura diamétrica e distribuição espacial de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. no oeste do estado do Pará, Brasil. *Scientia Forestalis*, 49 (131).
- Vinson, C.C. 2009. Impacto de la tala selectiva en la cría y el flujo genético de dos especies de madera amazónica con características ecológicas y reproductivas contrastadas. Doctorado en la Universidad de Oxford (Reino Unido).
- Vinson, C.C., Kanashiro, M., Sebbenn, A.M., Williams, T.C.R., Harris, S.A., Boshier, D.H. 2015. Efectos a largo plazo de la tala selectiva en dos especies arbóreas azonianas con características ecológicas y reproductivas contrastadas: conclusiones de simulaciones del modelo Eco-gen. *Heredity* 115 (2): 130-139.
- Vozzo, J.A. 2002. Manual de semillas de árboles tropicales. Washington D.C., Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 899 pp.
- Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (CMCMV) 1998.a. *Dipteryx alata*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 1998: e.T32984A9741012. Disponible en:
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32984A9741012.en>. [Consultado: 08/10/2021]
- Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (CMCMV). 1998b. *Dipteryx charapilla*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 1998: e.T36892A10019706.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T36892A10019706.en>.
- WRI 2014. Instrumento de riesgo de la Iniciativa de Legalidad Forestal del Instituto Mundial de Recursos (WRI): Perfil de país del Perú. Disponible en: <https://forestlegality.org/risk-tool/country/peru#tab-management>. [Consultado: 12/10/2021]
- WWF 2015. Red Mundial de Bosques y Comercio: Perfiles de países — 2015. 27 pp.
- WWF 2021. Ecorregiones: América Central del Sur: El centro de Brasil, en Bolivia y Paraguay. Disponible en: <https://www.worldwildlife.org/ecoregions/nt0704>. [Consultado: 01/09/2021]
- Zamora y Carvalho 2021. Zamora, N. (Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica) y Carvalho, C.S. (Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil) pers. a las tendencias forestales, 20 de julio de 2021.