

FICHA DE ESPECIE CLASIFICADA	
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Dipteryx ferrea	Shihuahuaco, Cumarú, charapilla
FAMILIA	FABACEAE
SINONIMIA:	
<p><i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke</p> <p>En el 2016 Aldana <i>et al.</i> 2016, hicieron una revisión de genero <i>Dipteryx</i> y encontraron que en Perú existía <i>D. charapilla</i> y dos morfo-especies <i>D. micrantha</i>. Solo existe <i>D. charapilla</i> en una pequeña zona en Loreto. Posteriormente, Garcia-Dávila (2019) mostró que las dos morfo-especies of <i>D.micrantha</i> son genéticamente distintas. Luego, Honorio <i>et al.</i> (2020) usando marcadores moleculares han demostrado que la entidad denominada <i>D. micrantha</i> "morfotipo 1" en realidad corresponde a <i>D.ferrea</i> (Ducke) Ducke y el morfotipo 2 continúa como <i>D. micrantha</i>. Actualmente se sabe entonces que existen tres especies en Perú: <i>D. micrantha</i>, <i>D. ferrea</i> y <i>D. charapilla</i> y que las denominadas <i>Dipteryx alata</i> y <i>D. odorata</i> no están en Perú. En los anuarios forestales se usan los nombres comunes "shihuahuaco" y "charapilla" y "cumarú" independiente para denominar a cualquier especie del género <i>Dipteryx</i>.</p> <p>Descripción de la especie:</p> <p>Árbol emergente de madera dura (0.87gm/cm³) (Zane et al. 2009, Global Wood Database) que crece en los bosques de la selva baja sobre todo en zonas aluviales y terrazas. Llega a tener hasta 1.50 m. de diámetro y hasta 35 m altura, aunque hay datos de individuos de más de 40 m de altura. Posee raíces tablares que miden en los individuos más grandes hasta 2 m. La dispersión primaria de semillas es realizada por los murciélagos de dosel y la dispersión secundaria por roedores (Romo 1996).</p> <p>El crecimiento en diámetro es extremadamente lento; Jennkins (2009) fechó con C₁₄ cinco individuos de <i>D. micrantha</i>, de la zona de Tahuamanu (Madre de Dios) encontrando una tasa promedio de crecimiento de 2,77 mm/año en los primeros 100 anillos/años y de 0.86 mm luego de 300 anillos/años. Incluso había años en la etapa adulta en que el crecimiento era muy cercano a cero. Esto concuerda con la relación encontrada entre maderas muy duras y lento crecimiento (Chave et al 2009). Esta información del extremadamente lento crecimiento es muy relevante para el manejo, es decir para calcular no extraer más que la tasa de la renovabilidad. Es decir por cada árbol de una concesión o población que se corta de 1m DAP (1000mm) habría que dejar 1000 árboles sin cortar que crezcan 1mm para evitar la extinción de especie. Usando los datos de la mediciones de parcelas permanente de ForestPlotNet, Honorio et al., 2018 mencionan una tasa de crecimiento promedio de diámetro para <i>D. ferrea</i>, en 5.8 mm/año. Lo cierto es que individuos de edades mas jóvenes crecen menos que mas adultos, ya sea en la naturaleza o en plantaciones, como se analiza con varios ejemplos de este último caso en Romo M. (2017). Por ejemplo, para las plantaciones forestales de INIA (2019) en Ucayali se indica que la curva promedio de crecimiento DAP - se ajusta a una ecuación polinómica de tercer grado para <i>D. ferrea</i>, en la cual se puede inferir que individuos con un DAP aproximado de 27 cm tienen una edad de 30 años.</p>	

Sobre la edad de los árboles frente a este lentísimo crecimiento, Espinosa y Valle (2020) encontraron en la cuenca del río Las Piedras (Madre de Dios) individuos de *D. ferrea* que tendrían más de 1500 años.

Describimos como árboles adultos aquellos individuos que son reproductivos, sin embargo hay poca información de cuando un árbol de *Dipteryx* es reproductivo. El estudio de Romo et al. (2004) sobre *D. micrantha* -que ahora se sabe es *D. férrea*- en localidades del río Manu (Madre de Dios) indica que se consideran individuos adultos a árboles con un DAP (diámetro a la altura del pecho) > 40 cm, debido a que fue el diámetro mínimo observado en que 50% de individuos producían flores, es decir eran reproductivos. Así estamos considerando individuos adultos aquellos de 51 cm de DAP, que es también según la regulación, el tamaño mínimo de corta.

La importancia ecológica del género *Dipteryx*, como árbol emergente, es clave. Se ha encontrado que el tamaño y la fortaleza de los árboles brindan estabilidad al bosque a su alrededor protegiendo el micro-sitio de huracanes durante las tormentas (Clark & Clark 2001, Putzel et al. 2011). Las ramas principales del shihuahuaco, dado su punto de inserción en el tronco generan una estructura de soporte que permite la construcción de nidos de gran tamaño y peso como aquellos que utilizan las águilas grandes (águila arpía -*Harpia harpyja*, águila crestada -*Morphnus guianensis* y *Spizaetus* spp.) reconocidas también como especies amenazadas (Vulnerables-VU) en Perú.

La estabilidad estructural que adquieren estos nidos permite el desarrollo de especies con largos períodos de dependencia a estos y su reutilización en temporadas sucesivas. Giudice et al. (2007) determinaron que el águila arpía en el departamento de Madre de Dios selecciona principalmente árboles con cuatro o más ramas principales. De los nueve nidos incluidos en este estudio cuatro (50%) estaban en árboles de shihuahuaco (*D. micrantha*) y uno en un árbol de lupuna (*Ceiba pentandra*). Mientras que de los seis nidos activos (con huevo o pichón) de águilas arpía en Madre de Dios que Piana (2007) estudió, dos (33%) estuvieron en árboles de shihuahuaco. El diámetro a la altura del pecho (dap) promedio de estos árboles fue 133 cm.

Desde el año 2005, R. Piana (com. pers.) ha notado un incremento en el número de pichones de águilas arpía y crestada que son comercializados o decomisados en campamentos de extractores forestales en Madre de Dios. Muchos de estos individuos presentan lesiones permanentes en sus alas producto de la saca de sus nidos o heridas de perdigones. Es probable que la mortalidad de individuos juveniles de estas especies en las zonas de extracción forestal en la región sea muy alta.

No solo las águilas han sido afectadas por la extracción de *Dipteryx*. Otras especies reconocidas como Casi Amenazadas (NT) cuyas poblaciones tanto a nivel nacional como mundial están disminuyendo como el guacamayo escarlata (*Ara macao*), el guacamayo rojo y verde (*Ara chloropterus*) y el guacamayo frenticastaña (*Ara severa*) también están siendo afectadas. En el 2005 se encontró que el 23% (6/26), 58% (7/12) y 88% (6/7) de los nidos de estas especies en la provincia de Tambopata (Madre de Dios) estaban en shihuahuacos (Brighsmith 2005). Luego, Olah et al. (2014) estudiando nidos de *A. macao* del 1999 al 2011, en Tambopata, encontraron que 6 (53%) de los 13 árboles usados para nidos, eran en *D. ferrea*. En estos los guacamayos construyeron un total de 29 nidos (G. Olah, com. per.) en diferentes años. Es necesario saber que los guacamayos

reutilizan algunos de los nidos año tras año. Todas estas especies son de gran importancia para el turismo en la Amazonía y en particular en Madre de Dios.

Dipteryx es además alimento de múltiples especies de mamíferos terrestres como los añujes y ratas espinosas (Terborgh y Wright 1994, Cintra 1997, Cintra y Horna 1997, Romo et al. 2004a) y voladores como los murciélagos de dosel, importantes dispersores de sus semillas (Romo 1996) que ayudan a mantener la estructura y composición de los ecosistemas amazónicos. De las 21 especies clave para la comunidad frugívora en Cocha Cashu, Madre de Dios, shihuahuaco se considera una especie clave "buena" en el puesto nueve (Díaz-Martin et al 2014).

Distribución geográfica:

D. férrea se distribuye en las regiones de Loreto, Ucayali, Madre de Dios y en menor proporción en Huánuco y Pasco (FDC 2022) debajo de los 700 msnm (Reynel et al 2003).

En el pasado OSINFOR (2013) realizó un modelamiento de la distribución usando MAXENT para *D. micranta* (que en ese entonces consideraba *D. micrantha* y *D. ferrea*) y encontró que el área de distribución a >60% de probabilidad, sería en total de 3'982,019 hectáreas. Actualmente, Forest Data Connect -FDC (2022) ha realizado el modelamiento con el mismo método pero con mas variables (37 variables bioclimáticas, edáficas y topográficas) para *D. micrantha* y *D. ferrea* (como especies separadas) encontrando áreas de distribución total de 3'833,660 (*D. ferrea* 1'582,016 has y *D. micrantha* 2'251,643 has) similar. Es posible que la diferencia (148,359 has) se deba a que las especies ocupan casi la misma área de distribución en Ucayali. El área de distribución encontrado para *D. ferrea* en cada departamento se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.- Área de distribución (has) de *D. ferrea* con mas de75% de probabilidad de presencia de acuerdo con el modelamiento de Forest Data Connect (FDC 20222)

	Área (has) con >75% de probabilidad de presencia de <i>D. férrea</i> según (FDC 2022) (% del área total de distribución de <i>D. micranta</i> y <i>D. ferrea</i> en ese departamento)
Madre Dios	374 190 (100%)
Ucayali	954 688. (87%)
Loreto	220 457 (10%)
Huánuco	32 607 (50%)
Pasco	74 (100%)
TOTAL	1 582 016

Los datos del área de distribución son importantes para calcular luego la población de árboles que habría existido.

Preferencias de hábitat de la especie:

Dentro de su rango de distribución esta especie se encuentra sobretodo en la llanura aluvial de los bosques amazónicos, aunque algunos individuos también pueden establecerse en bosques de tierra firme. En Madre de Dios se le describe en colinas.

Esta especie debe establecerse casi desde el "inicio" del bosque e ir madurando con la

edad de este ya que es una especie que vive muchos años. Su establecimiento en bosques depende mucho de la cantidad de luz y agua que reciba por lo que le es difícil pasar a la edad de arbolito en un bosque natural o en claros que se cierran entre 4 a 6 años. Se puede decir que los arbolitos de mas de 15 cm dap son los sobrevivientes y los tamaños más pequeños (plántulas, brizales, latizales) están sujetos a muy alta mortalidad. Las llanuras aluviales, bordes de lagos, ríos y canales son hábitats con luz y expuestos a inundaciones que parecería que favorecen el establecimiento y sobrevivencia de esta especie (Romo et al 2004b).

Información poblacional:

Para saber el estado de la población, debemos calcular lo que ya se ha extraído de ella. Los niveles reales de explotación se obtienen de la información que consigamos el SERFOR en sus anuarios forestales. Estos obtienen la información de las Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna (ATFF) de cada departamento. Se sabe que varios de los registros no llegan a Lima, donde se elabora el anuario forestal y por lo tanto estos valores de extracción podrían estar subvaluados, aunque son la mejor información con la que se cuenta.

Para calcular la reducción en la población existente debemos calcular:

- 1) cuantos árboles habría habido en el área de distribución original (area de distribución por densidad de la especie)
- 2) volumen de madera extraído (m³)
- 3) cuántos árboles representan el volumen de madera extraído y
- 4) cuantos árboles o que porcentaje de la población ya se habría extraído en los últimos años y se extraería en el futuro cercano.

Para calcular la reducción en la población existente usaremos la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{rcccl} \text{árboles que habría} & & \text{árboles extraídos 2000-} & & \\ \text{habido en el área de} & & \text{2015 más los que se} & & \text{\% de la población} \\ \text{distribución original} & - & \text{extraería del 2016-2025} & = & \text{extraída al 2025} \\ (1) & & (3) & & (4) \end{array}$$

1) Arboles que habrían habido en el área de distribución original

Se puede calcular los árboles adultos (>51 DAP) que había originalmente en la naturaleza multiplicando el área en que se distribuye en cada departamento por la densidad original.

El área donde se distribuye *D. ferrea* se obtiene del estudio de Forest Data Connect 2022 (tabla 1). Sin embargo esta área incluye, ríos, lagos, aguajales, etc. que son zonas donde no está la especie.

¿Qué datos tenemos sobre la densidad (por hectárea) del shihuahuaco en la Amazonia y en Perú? Estudios de las parcelas de ForestPlot.net (www.forestplot.net, una red de 530 parcelas con un total de 366,74 hectáreas en diferentes tipos de bosques en la Amazonía) en las que se han censado árboles de >10 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) nos dan datos de la densidad de la especie en las parcelas de Perú. Debido a que estas parcelas están en áreas protegidas o estaciones biológicas, estas densidades

corresponden a bosques intactos en la mayoría de los casos. Para las parcelas del ForestPlot.net (data obtenida 2014) en Perú, bajo los 700 msnm y no en pantanos, dentro del área de distribución de *D. ferrea* (18 plots en total de 18.25 has: CUZ-01, 02, 03, 04, LAS-02, MNU-05, TAM-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, CDM-01, RCS-01 y 02) en Madre de Dios hay 4 árboles > de 51 cm dap, es decir 0.25 ind./ha. Otro dato es el reportado por la ONERN (1972) de 0,22 ind/ha de shihuahuaco de árboles mayores de 25 cm de DAP para la provincia de Inambari (Madre de Dios), para el tipo de bosque de terrazas medias. Este dato de ONERN es de años anteriores a la extracción por lo que se considera que es la densidad de un bosque prístino en ese entonces. Esta coincidencia en las dos fuentes da confiabilidad de que esta es más o menos la densidad de los adultos de *D. ferrea*. Otros estudios también dan datos de densidad en sitios particulares de Madre de Dios. Estudios de *D. micrantha* en el Parque Nacional del Manu (Romo et al. 2004b) donde se muestrearon 398,5 hectáreas (229,9 en área de la Estación Biológica de Cocha Cashu y 168,59 fuera de Cocha Cashu) en bosques sucesionales y maduros sobre el río Manu resultaron en 0,65 ind. >40 dap (en Cocha Cashu 0.89 ind/ha y fuera de Cocha Cashu 0.33 ind/ha) sin embargo el promedio de densidad de los 40 transectos inventariados fue de 0.08 ind >40 dap. Doce transectos no tenían ni un árbol. Esto demuestra una gran variabilidad en la densidad. Las densidades de los bosques maduros de Cocha Cashu, están entre las más altas registradas para la especie por lo que este bosque fue llamado bosque de “Dipteryx-Quararibea” (Janson y Emmons 1990).

Para la zona de Tahuamanu, donde se encuentran las concesiones forestales en Madre de Dios y particularmente de las concesiones de MADERACRE (49376 has) y MADERYJA (49556 has), en la zona de colinas bajas, se consigna en sus planes de manejo (Kometter 2006a, Kometter 2006b) densidades de arboles >50 DAP de 1.03 y 0.78 arboles/ha (en 12 .10 y 12.25 hectáreas censadas) respectivamente. Estas densidades registradas el 2006 parecen estar entre las más altas reportadas. Para la zona de Las Piedras, la concesión de conservación de ARBIO consigna 0.7 ind >50 DAP (Espinosa, com. per.). Las densidades de Cocha Cashu y de Tahuamanu están entre las altas pero en general las densidades son muy variables dentro del área de distribución puedes ser muy variable.

CANDES (2017-2019), basado en la presencia de árboles en su visita de campo también hizo un cálculo de la población de árboles en el área de distribución con >60% de probabilidad de presencia a partir del cual se puede calcular la densidad. Cabe resaltar que los sitios visitados en Madre de Dios fueron sitios prístinos de acuerdo a lo mencionado en su informe. De esta forma se evaluaron un total de 12 unidades muestrales (UM) en ésta zona, las cuales fueron distribuidas de acuerdo a la accesibilidad dentro de las parcelas de corta, sin intervención de extracción (PC 16, 17 y 20), y para asegurarse de ello, se realizó un recorrido por la zona, visualizando características propias de un bosque sin intervención. Se obtiene que la densidad de individuos mayores de 51 cm sería de 0,29. en Madre de Dios y 0,28 en Ucayali.

Así mismo los datos del inventario nacional forestal (INFF del 2018) y el inventario de Bosques de producción permanente (IBPP) dan una densidad de 0.15 y 0.19 ind/ha para Madre de Dios.

Entonces, para calcular la densidad de *D. ferrea* >51 cm DAP en Madre de Dios se usará un rango de valor mínimo de 0.25 ind/ha (según RAINFOR y ONERN) y un valor

máximo de 0.80 (promedio de Tahuamanu 0.90 y de Las Piedras 0.70) para la mitad del área de distribución en Madre de Dios.

En la tabla 2 hemos calculado los árboles que habría habido en cada región multiplicando el área de distribución por las densidades. Hay que notar que estas áreas no descuentan del área de la superficie, ríos, lagos, etc. por lo que sin duda se sobreestima la población.

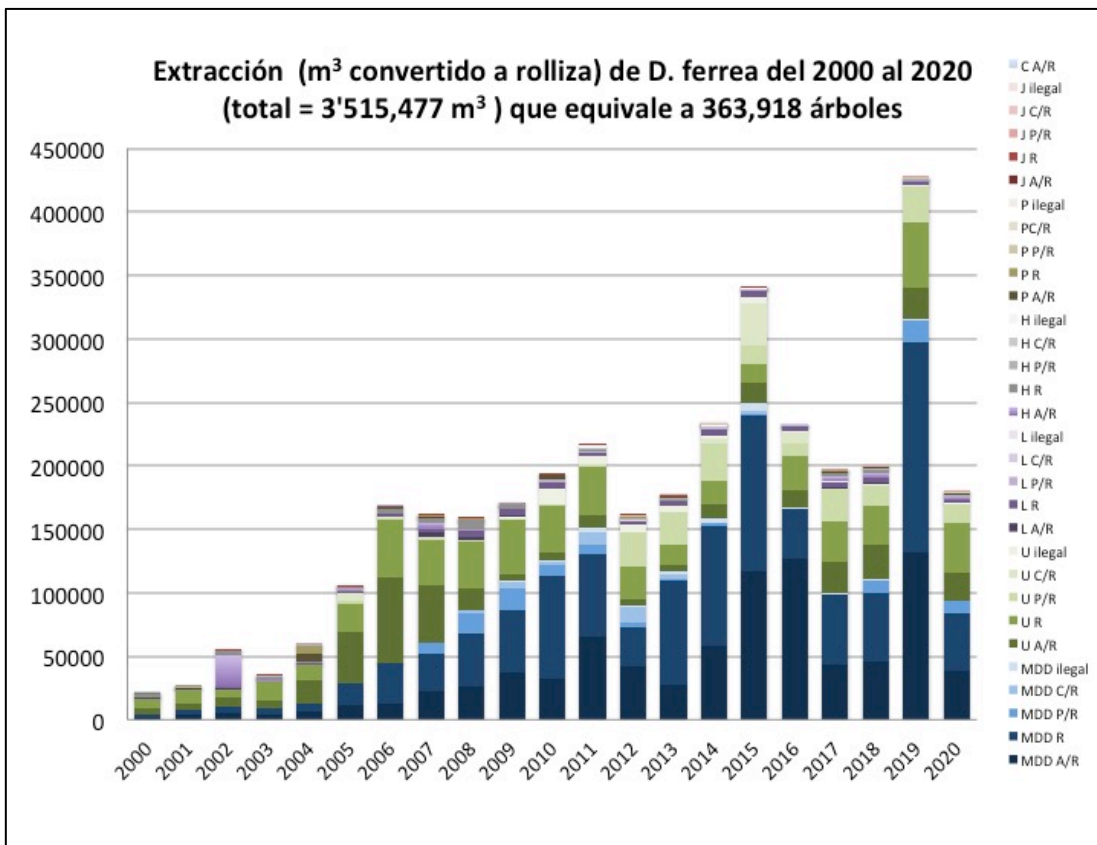
Tabla 2.-Arboles de *D. ferrea* que habría habido originalmente en el área de distribución (de FDC 2022)

	Área (has) con >75% de probabilidad de presencia de <i>D. ferrea</i> según (FDC 2022)	Árboles (>51 DAP) que habría habido si la densidad original hubiera sido:	
		0.25 ind/ha ^a	0.25 ind/ha y 0.80 ind/ha para MDD ^b
Madre Dios MDD	374 190	93547	196450
Ucayali	954 688	238672	238672
Loreto	220 457	55114	55114
Huánuco	32 607	8152	8152
Pasco	73	18	18
TOTAL	1 582 016	395504	498406

a) Datos de la densidad en parcelas Forest Plot Net en el area de distribución de *D. ferrea* b) Cálculo con para la mitad del área de distribución en de Madre de Dios a 0.80 ind/ha. que es el promedio de la densidad de Tahuamany (Maderija y Maderacre) y Las Piedras (ARBIO).

2) *Volumen de madera (=árboles) extraídos.*- Según la suma de los datos extraídos de los anuarios forestales publicados por el Ministerio de Agricultura (2000-2020) la extracción de *D. ferrea* del 2000 a 2020 fue de 3'515,476 m³ que representan 363,918 arboles.

Figura 1.-Volumen de extracción total de *D. ferrea* del 2000 al 2020 para cada región, convertido todo a madera rolliza.



Fuente: Datos de los anuarios forestales oficiales (2004 a 2020). MDD=Madre de Dios, U=Ucayali, SM=San Martín, L=Loreto, H=Huánuco, JP=Pasco y J=Junín. A/R = aserrada convertida a rolliza. R=rolliza, P/R=parquet convertido a rolliza y durmientes convertido a rolliza, C/R= carbón convertido a rolliza. Los volúmenes en m³ de madera aserrada y parquet, fueron convertidos a m³ de madera rolliza, multiplicado por 1,92 y por 3,6 respectivamente, según la conversión mencionada en los anuarios forestales. Así mismo, los kg de carbón fueron convertidos a su equivalencias en madera rolliza (500 kg = 1m³ de carbón y 1m³ de carbón = 3m de rolliza). Los datos de madera ilegal fueron obtenidos de OSINFOR. Debido a que no habian datos por departamento para el 2017 y 2018, sino solo el total para Perú, para estimar la extracción en cada departamentos esos años, este total de Perú fue multiplicó por el porcentajes que ocurrió del 2000 al 2015 para *Dipteryx* (de las 2 especies) para cada departamento por categorías. Estos son para madera rolliza, aserrada y parquet: Madre de Dios 41%,49% y 27% ;Ucayali 27%, 32% y 50%; Loreto 27%, 9% y 12% San Martín 1%, 1% y 6%; Huanuco 4%, 7% y 5% y Pasco 1%, 1% y 1% respectivamente.

Un comentario merece la extracción de carbón. Se ha estimado que la producción de carbón en Pucallpa es ocho veces más alta que la consignada en las cifras oficiales de los anuarios forestales (Bennet -Curry et al 2013). La mayoría de este carbón es utilizado para abastecer los comercios de “pollo a la brasa” y pizzerías en Lima. La mayor parte del carbón comercial de shihuahuaco que se produce en Ucayali es un producto secundario de los aserraderos. La preocupación por la disminución del shihuahuaco manifestada por los productores de carbón en esta región fue atribuida a la sobre-explotación (Bennet-Curry et al. 2013). Los datos de carbón extraído del 2000 al 2004 no están disponibles. Es probable que los datos de carbón, estén muy subestimados (La Torre Cuadros y Menton 2016) y es sin duda mucho más, considerando la demanda de carbón en las ciudades.

3) *Arboles que representan los 3'515,476 m³ de madera extraída del 2000 al 2020.*- Para esto, primero, calculamos la ecuación que relaciona el DAP y la altura del árbol basados en datos de Goodman *et al.* (2014) quien midió el diámetro, altura total, altura comercial (troza) y volumen de cuatro árboles. Esta relación entre el DAP y la altura nos da la

ecuación logarítmica siguiente: $y = 12,676\ln(x) - 19,535$ ($r^2=0.87629$), donde $x=DAP$, e $y=$ altura total. Esta ecuación se usó para obtener los valores en altura que tendrían árboles de 55, 70, 90, 110 y 130 cm DAP cuyos resultados en altura fueron: 31, 34, 38, 40, 42, 44 m respectivamente. Posteriormente se restó a cada árbol un número de metros correspondiente a las aletas y copa. Para encontrar cuales podrían ser los valores que se debía restar se realizó una ecuación del diámetro vs. la resta de la altura total-altura comercial. La ecuación que mejor expresaba estos valores fue: $y = 16,294\ln(x) - 53,567$ ($r^2=0.90878$), donde $x=DAP$ e $y=$ la cantidad a restar de la altura total. En la tabla 3 se muestran los volúmenes de las trozas (altura comercial) de cada clase edad. Para cada clase edad sólo se ha calculado el valor medio (55, 70, 90, 1.1, 1.3 cm). Este análisis usó la estructura de la población en la naturaleza (volúmenes/clase edad) encontrada en el Río Manu (Romo 2004b) para calcular el número de árboles extraídos.

Tabla 3.- Número de árboles que representan 3'515,476 m³ de madera rolliza extraída en Perú del 2000 al 2020.

Clase edad /DAP (cm)	Altura total	Altura total - copa y aletas	Volumen de un árbol de esa clase edad (m ³) (a)	% de volumen de cada clase edad (b)	% de la estructura de la población (c)	b x c	% del volumen de clase x % de estructura de población	Vol total (m ³)/ clase edad (d)	Número árboles/ clase edad que equivalen a 3'515,476 m ³ (d/a)
51 a 60	31	20	4.51	0.08	0.17	0.013	0.08	274686	60851
60 a 80	34	19	6.93	0.12	0.30	0.035	0.21	751175	108438
80 a100	38	18	11.45	0.19	0.42	0.082	0.50	1768831	154468
100 a 120	40	17	15.21	0.26	0.06	0.015	0.09	333093	21906
>120	42	16	21.24	0.36	0.05	0.018	0.11	387691	18255
								3515477	363918

El volumen (m³) correspondiente a un individuo de cada clase-edad se calculó con la fórmula desarrollada por Miche (2006) que es Volumen = (dap)²* 0,7854 * altura comercial. Se calculó asumiendo que los árboles extraído son mayores a 51 cm dap que es el tamaño mínimo e corta. El % de cada clase edad (estructura de la población=c) se calculó a partir del estudio en el Parque Nacional del Manu (Romo *et al.* 2004b) en el que se encontró un total de 259 individuos.

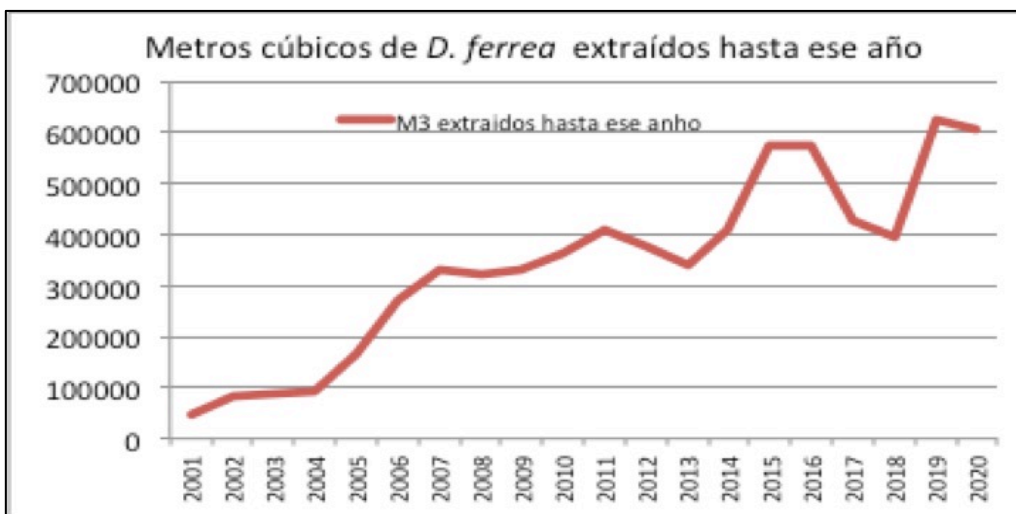
Según los cálculos, los 3'515,477m³ de madera extraída del 2000 al 2020 representan en total 363,918 árboles de *D. ferrea* extraídos de diferentes clases edad de todo el Perú.

Tendencias poblacionales actuales

4) *Porcentaje de la población (árboles) que ya se habría extraído y se proyecta o sospecha extraer en el futuro.*

El criterio de la IUCN que se ajusta a la extracción del shihuahuco es el A4 (d) de la IUCN, "Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida, proyectada o sospechada donde el periodo de tiempo considerado debe incluir el pasado y el futuro (hasta un máximo de 100 años) y donde las causas de la reducción (d= niveles de explotación reales o potenciales) pueden no haber cesado o pueden no ser entendidas y conocidas o pueden no ser reversibles" ya que la población ha sido extraída en el pasado y continúa su extracción como se observa en la figura 2.

Figura 2.-Metros cúbicos acumulados de *D. ferrea* extraídos en Perú.



Para calcular la reducción en la población existente usaremos la siguiente fórmula:

$$\begin{matrix} \text{árboles que habría} & & \text{árboles extraídos 2000-} & & \text{\% de la población} \\ \text{habido en el área de} & & \text{2015 mas los que se} & = & \text{extraída al 2025} \\ \text{distribución original} & - & \text{extraería del 2016-2025} & & \end{matrix}$$

Tabla 4.- Número y porcentaje de árboles de *D. ferrea* extraídos en Perú y en cada región del 2000 al 2020.

	m ³ ^a	% del volúmen total	Arboles extraídos (b)		Arboles (>51 DAP) que habría habido si la densidad original hubiera sido: (a)		Arboles que habría habido (a) - arboles extraídos (b) = % ya extraído	
			2000-2020	si 0.25 ind/ha	si 0.25 ind/ha y 0.80 ind/ha para MDD	si 0.25 ind/ha ^b	si 0.25 ind/ha y 0.80 ind/ha para MDD ^c	
Madre Dios	2051249	58.3	212343	93547	196450	227	108	
Ucayali	1246977	35.5	129086	238672	238672	54	54	
Loreto	82334	2.3	8523	55114	55114	15	15	
Huánuco	95415	2.7	9877	8152	8152	121	121	
Pasco (+Junín)	39502	1.1	4089	18	18	22718	22718	
TOTAL	3515477	100%	363918	395504	498406	92%	73%	

a=Volúmenes calculados en base a los datos de los anuarios forestales oficiales 2004 a 2020. b= Datos de la densidad en parcelas Forest Plot Net en el area de distribucion de *D. ferrea* . c= Cálculo con para la mitad del área de distribucion de Madre de Dios a 0.80 ind/ha. que es el promedio de la densidad de Tahuamany (Maderija y Maderacre) y Las Piedras (ARBIO).

Según los cálculos ya se habría extraído entre el 73 a 92% de la especie y estaría desaparecida de varios departamentos (Madre de Dios, Huánuco y Pasco) quedando solo en Ucayali y Loreto. No se ha hecho la proyección de en cuantos años mas se acabaría.

Según el criterio A4 (d) de la IUCN, a mas de 80%, la especie extraída, está *en peligro crítico (CR)* y a mas del 50% extraído, *en Peligro (EN)*. Estos resultados bajo el criterio

A4d al presente con muestran que la especie está EN PELIGRO CRITICO (CR).

Principales amenazas actuales y potenciales:

Tala legal e ilegal (Finer et al 2014). La mayor parte del shihuahuaco extraído de Perú es exportado a China y esto se ha incrementado tres veces entre el 2006 y el 2010 (Putzel 2009, Putzel 2010). En el 2006, el shihuahuaco representaba el 50% de las exportaciones de madera; en el 2015 se calculó que el 80% del shihuahuaco era exportado a China (Putzel com.pers). Con una demanda tan alta, la extracción se ha incrementado año tras año.

Estado de conservación histórico:

No se encuentra en ninguna categoría de amenaza en Perú.

Acciones de protección actuales:

Se encuentra en las siguientes áreas naturales protegidas: Parque Nacional Bahuaja Sonene, Parque Nacional del Manu, Parque Nacional Alto Purús y Reserva Comunal El Sira. Se han realizado algunas plantaciones en el Anexo Experimental von Humbolt en Ucayali (Flores 2014).

Propuestas de medidas de protección:

Según este análisis la especie está EN PELIGRO CRITICO (CR) y debería recibir tratamiento de acuerdo a eso. Al ser una especie de madera muy dura y de muy lento crecimiento requiere medidas para su protección de acuerdo a la ley.

Usos, beneficios, importancia y/o comercio:

Madera dura de exportación usada sobre todo para pisos (parquet) y combustible para producir carbón y leña para uso en la pollerías y pizzerías en Lima y otras ciudades. El análisis del volumen del carbono, es decir, del CO₂ capturado por esta especie fue realizado por Goodman et al. (2012) quienes encontraron que un árbol de *D. ferrea* (*D. micrantha* en ese entonces) de Madre de Dios de 1,58 de dap y 44 m altura pesaba 76 toneladas (tn) y por lo tanto contenía 38 toneladas de carbono. Posteriormente Goodman et al. (2014) realizaron evaluaciones similares en tres árboles de shihuahuaco de diferentes diámetros (81, 106 y 108 cm dap). Se ve que el carbono secuestrado es geométrico, es decir en árboles más viejos hay mucho mayor almacenamiento. En cuanto al carbono almacenado por individuos de shihuahuaco en plantaciones, se encontró que los individuos de *Dipteryx* de 12 años de 20 cm de dap en una hectárea en el anexo von Humboldt contenían un total de 30 tn de biomasa (22 de madera, 5 de hojas, etc.)/ha que equivalen a 15 tn de carbono almacenado en esa hectárea luego de 12 años. Esto es menos de la mitad de lo almacenado por un solo árbol de *D. micrantha* de 1.6 m de dap en Madre de Dios. Según el mapa de carbono de Perú (MINAM-CARNEGIE, 2014), los bosques con la mayor cantidad de carbono secuestrado en nuestro país tendrían alrededor de 150 tn C/ha. Según el más reciente inventario forestal (SEFOR 2015), los bosques de la llanura amazónica evaluados tendrían 130 ton C/ha. Es decir, la cantidad de carbono almacenado en un solo árbol de shihuahuaco de 1,6 m DAP equivale a entre el 25 a 30% del carbono almacenado en una hectárea de bosques en la llanura amazónica. Esta información resalta el gran valor de

los árboles de maderas duras de la Amazonía y adquiere más relevancia por los compromisos adquiridos por Perú de en el marco del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de reducir sus emisiones (iNDC) debidas a la deforestación y degradación hasta el 2030 que representa más del 50% de las emisiones. EL sector forestal representa las 2/3 partes del potencial de reducción de emisiones de gases de efecto de invernadero (MINAM 2016).

Propuesta de Clasificación según UICN ver.3.1 (2001)

En Peligro Crítico (CR) A4 (d)

Experto y contacto

Mónica Romo, Especialista Regional en Amazonía, Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID).

Rodolfo Vásquez, Jardín Botánico de Missouri, Pasco, Perú.

Dominga Zúñiga, Universidad Nacional del Centro, Curadora del Herbario Forestal. Huancayo, Perú.

Percy Nuñez Vargas, Universidad San Antonio Abad del Cuzco

Washington Galiano, Universidad San Antonio Abad del Cuzco

Bibliografía y/o citas

Aldana, D., C.R. Garcia, C.G. Hidalgo, G.R. Flores, D. del Castillo, C. Reynel , E. Pariente y E. Honorio. 2016. Análisis morfométrico de las especies de *Dipteryx* en la Amazonía peruana. *Folia Amazónica* 25:101 - 118

Bennett-Curry, A., Y. Malhi & M. Menton. 2013. Leakage effects in natural resource supply chains: a case study from the Peruvian commercial charcoal market, *Int. J. Sust. Dev. World Ecology*. <http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2013.804892>

Brightsmith, D. J. 2005. Parrot nesting in southeastern Peru: Seasonal patterns and keystone trees. *Wilson Bulletin* 117:296-305.

CANDES. 2017. Servicio de consultoría para el estudio de las poblaciones de especies de flora silvestre priorizadas “palo rosa” y “shihuahuaco” 113 paginas y anexos. 2019: Calculos del modelamiento.

Chave, J., D. Coomes, S. Jansen, S. Lewis, N. G. Swenson and A. E.Zanne. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12: 351-366.

Cintra, R. 1997. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. *J Trop Ecol* 13:641- 658

Cintra R, & V. Horna V. 1997. Seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in gaps in Amazonian forest. *J Trop Ecol* 13:257- 277

Clark, D .B & D. A. Clark. 1996. Abundance, growth and mortality of very large trees in a neotropical lowland rain forest. *Forest Ecol. Manag.* 80:235-244.

Clark, D.A. & D. B. Clark. 2001. Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rainforest. *Ecology* 82, 1460-1472.

Diaz-Martin, Z., V. Swamy, J. Terborgh, P. Alvarez-Loayza y F. Cornejo. 2014 Identifying keystone plant resources in an Amazonian forest using a longterm fruit-fall record. *J. Trop. Ecol.* 30:291-301

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.

<https://doi.org/10.21704/rfp.v35i3.1603>

Flores, Y. 2014. Cultivo de shihuahuaco, *Dipteryx odorata*

<http://vonhumboldt.inia.blogspot.pe/2014/03/cultivo-del-shihuahuaco-dipteryx->

odorata_20.html

- Finer, M, C. N. Jenkins, M. A. Blue Sky & J. Pine. 2014. Logging concessions enable illegal logging crisis in the Peruvian Amazon. *Nature Sci. Rep.* 4 4719.
<http://www.nature.com/articles/srep04719>
- Forest Data Connect 2022. Estudio de la distribución espacial y estado de conservación de los ecosistemas idóneos para las especies *Dipteryx ferrea* (Ducke) Ducke y *Dipteryx micrantha* Harms “shihuahuaco” (Fabaceae) en la Amazonia del Perú.
- García-Dávila, C., Aldana Gomero, D., Renno, J.-F., Díaz Soria, R., Hidalgo Pizango, G., Flores Llampazo, G., Castro-Ruiz, D., Mejía de Loayza, E., Angulo Chávez, C., Mader, M., Tysklind, N., Paredes-Villanueva, K., del Castillo Torres, D., Degen, B., y Honorio Coronado, E. N. (2020). Molecular evidence for three genetic species of *Dipteryx* in the Peruvian Amazon. *Genetica*, 148(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10709-019-00082-2>
- Giudice, R., R. Piana, & M. Williams. 2007. Tree architecture as a determinant factor for tree nest selection by Harpy Eagles. En: *Neotropical Raptors* [K. L. Bildstein, D. R. Barber, & A. Zimmerman], pp 14-22. Hawk Mountain Sanctuary Raptor Conservation Science Series No. 1.
- Goodman, R. C., O. L. Phillips, & T. R. Baker. 2012. Tightening up on tree carbon estimates. *Nature* 491:527
- Goodman, R. C., O. L. Phillips, & T. R. Baker. 2014. The importance of crown dimensions to improve tropical tree biomass estimates. *Ecological Applications* 24: 680-698.
- Honorio, E., Hidalgo, G., Mejia de Loayza, J. E., y del Castillo, D. 2018. Fichas de identificación de las especies de *Dipteryx* de la Amazonía peruana.
- 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. SNP Markers as a Successful Molecular Tool for Assessing Species Identity and Geographic Origin of Trees in the Economically Important South American Legume Genus *Dipteryx*. *Journal of Heredity*, 111(4), 346-356. <https://doi.org/10.1093/jhered/esaa011>
- EIA. 2012. The Laundering Machine. How fraud and corruption in Peru's concession system are destroying the future of its forests. <https://eia-international.org/wp-content/uploads/The-Laundering-Machine.pdf>
- Janson C. H. & L. H. Emmons. 1990. Ecological structure of the nonflying mammal community at Cocha Cashu Biological Station, Manu National Park, Peru. In: Gentry AH (ed) *Four neotropical rain forests*. Yale University Press, New Haven, pp 314-338
- Jenkins, H. S. 2009. Amazon climate reconstruction using growth rate and stable isotopes of tree ring cellulose from the Madre de Dios basin, Peru. Tesis de Doctorado. Department of Earth & Ocean Sciences. Duke University. North Carolina.
- Kometter, R. 2006a. Plan general de manejo forestal concesión Madeacre SAC. 234 pp.
- Kometter, R. 2006b. Plan general de manejo forestal concesión Maderyja SAC. 220 pp.
- La Torre Cuadros, M. A. & M. Menton. 2016. Descifrando datos oficiales sobre el consumo de leña y carbón vegetal en el Perú . CIFOR In Brief No 145.
http://www.cifor.org/publications/pdf_files/infobrief/6190-infobrief.pdf
- Miche, W.W. 2006. Evaluar el rendimiento de trozas en shihuahuaco en el aprovechamiento a tablillas. Monografía, Ingeniería Forestal. UNSAC. 24 pp.
- MINAGRI-DGFF. 2006. Perú Forestal en números 2005. 148 pp y 4 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2007. Perú Forestal en números 2006. 151 pp y 3 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2008. Perú Forestal en números 2007. 70 pp y 5 Anexos
- MINAGRI-DGFF. 2009. Perú Forestal en números 2008. 67 pp y 5 Anexos
- MINAGRI-DGFF. 2010a. Estadística Forestal del Perú 2000-2010 184 pp y 8 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2010b. Perú Forestal en números 2009. 64 pp y 6 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2011. Perú Forestal en números 2010. 65 pp y 6 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2012. Perú Forestal en números 2011. 128 pp y 5 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2013. Perú Forestal en números 2012. 204 pp y 2 Anexos.

- MINAGRI-DGFF. 2014. Perú Forestal en números 2013. 212 pp y 2 Anexos.
- MINAGRI-DGFF. 2016. Perú Forestal en números 2014. 212 pp y 2 Anexos.
- MINAGRI RM 505 2016 <http://www.minagri.gob.pe/portal/resoluciones-ministeriales/rm-2016/17356-resolucion-ministerial-n-505-2016-minagri>
- MINAGRI-SERFOR. 2016. Primer informe parcial del inventario forestal y de fauna. 268 pp.
- 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.
- MINAM-CARNAGIE INSTITUTION FOR SCIENCE. 2014. La Geografía del Carbono en Alta Resolución del Perú Un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú
- MINAM. 2015. La Contribución Nacional del Perú - iNDC: agenda para un desarrollo climáticamente responsable <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/LA-CONTRIBUCI%C3%93N-NACIONAL-DEL-PER%C3%A1.pdf>
- MINAM - PNCB. 2016 Presentación de avances y perspectivas en la fase preparación en implementación de REDD en el Perú. <https://www.youtube.com/watch?v=XUanUUB7s5o>
- Olah, G., G. Vigo, R. Heinsohn, & D. Brightsmith. 2014. Nest site selection and efficacy of artificial nests for breeding success of Scarlet Macaws *Ara macao macao* in lowland Peru, *Journal for Nature Conservation* 22(2): 176-185 |
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1972. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios. ONERN, Lima.
- OSINFOR. 2013. Modelamiento Espacial de Nichos Ecológicos para la Evaluación de Presencia de Especies Forestales Maderables en la Amazonía Peruana. 6 - 76 http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/modelamiento_nichos_ecologicos.pdf
- OSINFOR. 2016. Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto <http://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>
- Piana, R. 2007. Anidamiento y dieta de *Harpia harpyja* Linnaeus en la Comunidad Nativa de Infierno, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14: 135-138.
- Putzel L. 2009. Upside-down: Global forestry politics reverses directions of ownership in Peru-China timber commodity chains. XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina: 18-23.
- Putzel, L. 2010. The tree that held up the forest: shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) and the chinese Timber Trade. Tesis Doctoral. The City University of New York.
- Putzel L, C Padoch, & A Ricse. 2012. Putting Back the Trees: Smallholder Silvicultural Enrichment of Post-Logged Concession Forest in Peruvian Amazonia. *Small-scale Forestry* 12(3):421-436.
- Putzel L, CM Peters, M Romo. 2011. Post-logging regeneration and recruitment of shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) in Peruvian Amazonia: Implications for management. *Forest Ecology and Management* 261(6):1099-1105.
- Reynel, C., T.D Pennington, R.T. Pennington, C. Flores y A. Daza. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Lima, Peru. 509 Pp.
- Romo, M. 1996 Seasonal variation in fruit consumption and seed dispersal by canopy bats (*Artibeus* spp.) in a lowland forest in Perú. *Vida Silvestre Neotropical* 5:110-119.
- Romo, M., Tuomisto, H. and Loiselle, B. A. 2004a. On the density-dependence of seed predation in *Dipteryx micrantha*, a bat dispersed rain forest tree. *Oecologia* 140:76-85
- Romo, M., K. Ruokolainen & S. Rajaniemi. 2004b. Population structure and recruitment of an emergent tree, *Dipteryx micrantha* in different habitats of a Peruvian floodplain forests. Chapter IV of "Regeneration ecology and population structure of the emergent tree *Dipteryx*

micrantha, (Fabaceae) in floodplain forests of the Manu river, Amazonian Peru.” Doctoral theses in Annales Universitatis Turkuensis. Sarja-Ser. A11-Tom 180. 87 pp.

Romo, M. 2017. Reforestación y restauración para ayudar a reducir el cambio climático. En: Bosques y cambio climático en el Perú. PUCP, Lima. Pp 59-73.

SERFOR 2010, Concesiones Forestales y de fauna

http://www.serfor.gob.pe/portal/pdf/mapas_tematicos/concesiones%20forestales%20fauna%20y%20FR.pdf

Terborgh, J. & S. J. Wright. 1994. Effects of mammalian herbivores on plant recruitment in two neotropical forests. Ecology 75:1829- 1833

Sitios web revisados:

Ya listados en la sección Bibliografía y citas