

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Informe final**

**“Clave dendrológica digital basada en características conspicuas para la identificación de 67 especies comerciales vulnerables y en peligro de extinción de la Región Mesoamericana”**

**Pasantía presentada como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en  
Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales**

**Priscilla Obando Rodríguez (114160536)**

**Campus Omar Dengo  
Heredia, Costa Rica  
2018**

## **Tribunal examinador**

Este trabajo de graduación fue \_\_\_\_\_ por el Tribunal Examinador de la  
Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional como requisito parcial para optar  
por el grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales.

---

Grado Académico, nombre  
Presidente del Tribunal

---

Grado Académico, nombre  
Director de la Escuela de Ciencias Biológicas

---

Grado Académico, nombre  
Tutor(a)

---

Grado Académico, nombre  
Asesor(a)

---

Grado Académico, nombre  
Invitado(a) especial

## Resumen

Costa Rica es un país que cuenta con una gran diversidad de especies arbóreas de las cuales solo un pequeño porcentaje son las que se utilizan en la industria, lo que presenta muchos inconvenientes en el tema de conservación y el papel ecosistémico del bosque. Sumado a esto, el escaso conocimiento sobre la dinámica del bosque, taxonomía de las especies y la sobreestimación de las poblaciones debido a la alta diversidad de especies en el trópico, permite la tala de especies vulnerables y la disminución de sus poblaciones.

El objetivo de este estudio fue el crear una herramienta interactiva para la identificación de especies comerciales en peligro de extinción y vulnerables de acuerdo con los criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y leyes y decretos nacionales para los países de la Región Mesoamericana<sup>1</sup>, mediante características conspicuas de las mismas para facilitar su identificación.

Se realizó una serie de filtros para la escogencia de las especies los cuales incluyen la UICN, Apéndices de CITES, las leyes y decretos nacionales de los países de la Región Mesoamericana, con el fin de obtener las especies con mayor criterio de protección a nivel internacional y nacional. Basados en los filtros se obtuvo una lista de 71 especies maderables vulnerables y en peligro de extinción que se encuentran protegidas bajo alguno de los criterios de selección antes mencionados y que representan parte importante de la flora de cada uno de los países. Posteriormente se realizó la búsqueda de información de las especies seleccionadas para crear una ficha técnica que contiene datos importantes para el apoyo en la identificación de las especies y permita al usuario confirmar la taxonomía de su especie en estudio. Además, de la búsqueda y toma de fotografías de las especies para complementar con una galería de imágenes de la parte vegetativa y anatómica a nivel macro y microscópica de la madera de las 71 especies. Se desarrolló la clave dendrológica digital, donde se concatenaron las entidades (especies) con cada una de sus características, así como con su galería de imágenes y ficha técnica.

<sup>1</sup> En este proyecto, la Región Mesoamericana abarca desde el sur de México hasta Panamá

## **Agradecimientos**

El presente estudio fue posible gracias a la oportunidad y apoyo brindado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Por el apoyo de cada uno del personal de la UICN, en especial de la Unidad de Gobernanza Forestal y Economía, los cuales fueron parte importante de la motivación y logística del desarrollo de esta herramienta con el fin de promover la conservación de los bosques de la Región Mesoamericana. A Jose González por su colaboración con la información y fotografías. Mi gratitud al Ingeniero Forestal Andrés Sanchún(†) por su disposición y entrega de su amplio conocimiento en Dendrología y a la elaboración de este documento; a la Licda. Isabel María Carpio Malavassi por cada reunión y taller realizado, así mismo agradezco a todas las personas que hicieron posible concluir con éxito esta investigación.

## **Dedicatoria**

A mi familia por ser el principal apoyo tanto en mi vida personal como en mi formación como profesional.

No puedo pensar en este proyecto sin agradecer cada momento compartido con mi tutor el Ingeniero Forestal Andrés Sanchún(†), cada gira realizada, sus consejos, las muchas reuniones realizadas en cada etapa de este proyecto. Gracias Andrés y que en paz descanse.

## Contenido

Tribunal examinador .....	2
Resumen .....	3
Agradecimientos .....	4
Dedicatoria .....	5
Índice de figuras .....	7
1. Introducción .....	8
1.1 Justificación e importancia de la pasantía .....	12
1.2 Objetivos .....	14
1.2.1 Objetivo general .....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2. Técnicas y procedimientos .....	15
2.1 Área de estudio.....	15
2.2 Criterios para la selección de las especies .....	16
2.3 Creación de las fichas técnicas .....	16
2.4 Creación de la biblioteca digital .....	18
2.5 Desarrollo de ID- Species .....	19
2.6 Modo de uso.....	26
3. Proceso de validación y socialización de la clave .....	33
3.1 Validación de las características vegetativas y anatómicas de la madera .....	33
3.2 Socialización de ID-Species.....	33
4. Consideraciones finales y recomendaciones .....	34
Referencias bibliográficas .....	36
Anexos.....	38

## Índice de figuras

Fig.1. Área de acción en Mesoamérica de la UICN .....	15
Fig.2. Diseño de la ficha técnica en la aplicación ID-Species.....	18
Fig.3. Ejemplo de visualización de la estructura jerárquica de las características de las especies en estudio.....	21
Fig. 4. Ejemplo de visualización de las especies ingresadas al “Builder” de Lucid. ....	21
Fig.5. A) Ventana de incorporación de características de las especies. B) Ventana de incorporación de entes (especies). ....	22
Fig. 6. Ejemplo de concatenación de caracteres y entidades, mediante “checks”.....	23
Fig. 7: Cejilla “media” para agregar los archivos JPG y HTML.....	24
Fig. 8: Definición del término “digitado” (versión PC). ....	25
Fig. 9: Tipos de ventanas desplegadas en el “player” de la versión PC.....	26
Fig. 10. Ejemplo de los pasos a seguir para seleccionar el tipo de hoja compuesta de un individuo. ....	27
Fig. 11. “Entities remaining”- especies que contienen las características seleccionadas (Vista desde la aplicación).....	28
Fig. 12. “Features selected” – Resumen de las características seleccionadas (Vista desde la aplicación).....	29
Fig. 13. Cinco especies que contienen hojas imparipinnadas y exfoliación en placas irregulares (Vista desde la aplicación).....	29
Fig. 14. Extracto de las fichas técnicas y galería de imágenes de la clave ID- Species (Vista desde la aplicación).....	30
Fig. 15. Esquema de las especies elegidas con respecto al tamaño del fruto (Vista desde la aplicación). ....	31
Fig. 16. Forma correcta de utilización de la lupa .....	32
Fig. 17. Colocación de los dedos en corte de madera A) Forma incorrecta B) Forma correcta .....	32

## 1. Introducción

Según la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) el manejo forestal sostenible es “un proceso consistente en manejar un bosque para lograr uno o más objetivos de ordenación claramente definidos con respecto a la producción de un flujo continuo de productos y servicios forestales deseados sin reducir indebidamente sus valores inherentes ni su productividad futura y sin causar ningún efecto indeseable en el entorno físico y social” (OIMT 2013), por lo que su importancia recae en que las actividades forestales que se realicen deben procurar que los daños que se produzcan no afecten tanto la disponibilidad de recursos como madera y agua, la composición del suelo, como la protección y conservación de la biodiversidad.

El manejo forestal sostenible se ha implementado desde hace varios años como respuesta de la necesidad de crear un equilibrio entre el sistema ecológico y productivo, con el fin de obtener un ecosistema viable, económicamente factible y socialmente aceptable (Rush & Sarasola 2011), además pretende evitar que se pierdan las múltiples y complejas funciones ecosistémicas (Loyche *et. al* 2003).

El plan de manejo forestal es la herramienta utilizada en el manejo forestal sostenible, el cual es un documento técnico y legal, el cual delimita los objetivos de un área forestal establecida, abarcando aspectos de conservación, aprovechamiento, protección, entre otras.

Existen varios problemas asociados al sector forestal en la actualidad, que también pueden llegar a representar inconvenientes en el tema de conservación y el papel ecosistémico del bosque. Entre ellos se encuentra el pequeño número de especies que se utiliza en la industria además del escaso conocimiento a la dinámica del bosque (Flores & Obando 2003).

Al trabajar con recursos naturales, se deben tomar en cuenta una serie de regulaciones que establecen el estado de conservación de las especies y que se pretende con esto asegurar la protección de las mismas, entre ellos se encuentran la Convención CITES el cual posee tres Apéndices que respaldan la protección de las especies en términos de comercialización estableciendo permisos o prohibiendo del todo el comercio de la especie.

El Apéndice I de CITES abarca las especies que se encuentran en un mayor grado de peligro, de las cuales se prohíbe su comercio internacional ya que son o pueden llegar a ser afectadas por el mismo. Se permite su comercio solo para fines científicos o bajo circunstancias excepcionales (CITES 1973).

El Apéndice II de CITES, contiene las especies que podrían llegar a estar amenazadas si su comercio no se regula de forma estricta. También incluye a las “especies semejantes” que se refiere a las especies que se agregan en el Apéndice por motivos de conservación, ya que son semejantes a las especies objeto de comercio (CITES 1973).

El Apéndice III de CITES, se encuentran las especies que alguno de los países solicita ingresar debido a que se encuentran bajo su jurisdicción ya sea para prevenir o restringir su explotación y requiere del apoyo de los demás países para controlar el comercio en cuanto a una explotación insostenible o ilegal (CITES 1973).

Es importante destacar que el 85% de las especies reportadas en los apéndices de CITES corresponden a plantas, por lo tanto, es de suma importancia utilizar esta información para una buena utilización, ya que abarcan especies de gran valor comercial (CITES 2013). Además, también se debe tomar en cuenta la Lista Roja de la UICN, cuyo objetivo es brindar una plataforma explícita y objetiva para la clasificación de la mayor cantidad de especies según su riesgo de extinción (UICN 2012).

También es importante considerar la protección especial que posean en los respectivos países, ya sea por normas, decretos o leyes. Por ejemplo, en Costa Rica se cuenta con el Decreto de Veda N° 25700-MINAE que posee 18 especies que no pueden ser taladas, además del decreto N° 25167-MINAE que indica una restricción para el aprovechamiento del Almendro (*Dipteryx panamensis*).

El conocimiento adecuado de las especies arbóreas de interés comercial o recién introducidas al comercio, es sumamente importante para trabajar en un manejo propicio, así como también el realizar una adecuada utilización del recurso sin subutilizar o incluso desecharlas por falta de conocimiento (Flores & Obando 2003), lo cual puede provocar la extinción o disminución de las poblaciones de muchas especies.

Desde muchos años atrás las claves son utilizadas en diversas áreas, con el fin de realizar la identificación de las especies de interés y se basan en características diagnósticas de las especies. En la actualidad se utilizan claves dicotómicas, las cuales son poco prácticas ya que algunas características botánicas y de la madera son difíciles de observar en el campo.

La gran biodiversidad de los trópicos, así como sus diversos ecosistemas, representan, en el contexto de aprovechamiento de los recursos, una problemática debido a la poca identificación de las especies maderables de interés. Existen características de las especies ligadas al aumento de esta problemática, entre las cuales se pueden mencionar el dimorfismo de los árboles maduros y juveniles, así como también el dimorfismo foliar.

En el área centroamericana existe una diferencia de acuerdo al tipo de manejo forestal y la cantidad de especies maderables que se aprovechan, ya que, en algunas zonas el concepto de sostenibilidad no se ha implementado en su totalidad o incluso no existe un control en la corta.

La utilización de la madera proviene desde los comienzos de la humanidad, que ha dependido siempre del aprovechamiento de este recurso para asegurar la subsistencia y progreso de la especie humana. Ha tenido usos como único combustible y construcción de naves en Francia en los siglos XVII y XVIII, lo cual llevó a las primeras explotaciones racionales de los bosques franceses. Posteriormente, debido al progreso de la metalurgia, se perdió interés en el uso de madera para construcciones navales, lo que desarrolló interés en líneas ferroviarias, postes para líneas telegráficas y eléctricas y puntales para la explotación de minas, empleos químicos y consumo de pasta de papel. El estudio de la madera data del siglo XVIII en el que el Duhamel du Monceau (1700-1782) se interesó en el estudio científico de la madera sometiendo muestras a ensayos metódicos para establecer sus propiedades. También data de la Primera Guerra Mundial el interés por conocer las propiedades para el uso del leño para la construcción de aviones, cuyas técnicas actualmente empleadas en el estudio de las maderas, fueron desarrolladas en Estados Unidos, Francia e Inglaterra (Tortorelli 1956).

Según Tortorelli, la madera de cada especie posee su esencia “caracterizada por particularidades de la naturaleza y disposiciones de las células que la constituyen, lo que

puede expresarse como que cada especie tiene su –plan leñoso- diferente”. Lo que el conocer el plan leñoso de cada especie favorece su identificación taxonómica, así como su utilización. Se conoce desde los años 50 problemas con la mala identificación comercial de maderas que se tratan bajo un mismo nombre común, siendo provenientes de diferentes especies, por ejemplo el pino y los árboles conocidos como Mahogany que pertenecen al género *Swietenia*, a pesar de poseer características anatómicas diferentes.

## 1.1 Justificación e importancia de la pasantía

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, ha dirigido sus esfuerzos en apoyar el tema de la restauración debido a su compromiso con el Bon Challenge cuyo objetivo es la restauración de 150 millones de hectáreas para el año 2020 y 350 millones de hectáreas para el 2030 (Bon Challenge 2018).

Es por esto que se realizó el proyecto de creación de una clave dendrológica digital de especies comerciales vulnerables y en peligro de extinción, como parte del objetivo de la Unidad de Gobernanza Forestal (UGFE) de crear herramientas que se puedan utilizar en la restauración de paisajes. Anteriormente se realizó la página de *Especies para la restauración* (<http://www.especiesrestauracion-uicn.org/>) y el *Manual de técnicas para la restauración de paisajes rurales* (<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ST-GFE-no.03.pdf>). Esto implica tres herramientas que funcionan como complemento de la restauración y aprovechamiento sostenible de los paisajes rurales, siempre y cuando recordando la importancia de la buena identificación de las especies vulnerables y en peligro en pro de la conservación de la naturaleza.

Con el desarrollo de este proyecto en el que se realizó la pasantía, se busca favorecer la identificación de cada especie mediante la creación de una clave interactiva que pueda ser utilizada por técnicos, ingenieros forestales, biólogos y agrónomos y facilite en el campo la identificación y no disminuir sus poblaciones.

Un problema que conlleva a una mala utilización del recurso es la identificación errónea de las especies. En el caso de los árboles de importancia comercial, en ocasiones no se da una correcta identificación lo cual puede provocar una subutilización de alguna especie provocando una disminución de las poblaciones e incluso el aprovechamiento de especies vedadas o con otro nivel de protección especial, según el país. Un estudio realizado entre CATIE- FUNDECOR con el objetivo de verificar a eficacia de los planes de manejo, identificó que un 53% de los árboles incluidos en los planes manejo presentaban incongruencias en su identificación taxonómica (com. per. Lic. Andrés Sanchún).

Por otro lado, existe el problema de los complejos dendrológicos que se refiere a la confusión generada debido a los nombres comunes que reciben las especies. El espino blanco

es un ejemplo claro de esto, ya que se ha verificado que el llamado “espino blanco” abarca 3 familias, 5 géneros y 6 especies, debido a dos características algunas veces compartidas por esas especies, como fuste cilíndrico y color grisáceo o pardo grisáceo (Flores & Obando 2003).

Según Flores y Obando, las especies *Homalium racemosum*, *Homalium guianense*, *Macrohasseltia macroterantha*, *Chloroleucon eurycyclum*, *Abarema idiopoda* y *Siderpoxylon persimile* son las especies con las que se presentan problemas con el nombre común, lo que provoca que se aumente artificialmente el número de espinos blancos reportados en inventarios de especies.

Como parte del resultado de esta pasantía, se creó una clave interactiva de multi entrada de fácil acceso lo cual puede resultar funcional en los planes de manejo forestal, para favorecer el aprovechamiento de los árboles adecuados sin reducir las poblaciones de otras especies vulnerables e incluso vedadas, debido a una mala identificación, además de la utilización de la clave en planes de manejo, consultorías y otras actividades realizadas por profesionales de distintas carreras y entes en ámbito biológico.

La clave ID- Species cuenta con las descripciones y características de la anatomía de la madera en su condición verde y condición seca, con el fin de ser utilizada al encontrarse con la madera recién cortada, la importancia de esto recae en que, según estudios del CATIE y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, de un 20- 50 % del volumen consumido en la industria forestal, es procedente de la tala ilegal y de la corta sin los permisos establecidos por la Administración Forestal del Estado (AFE), además de que no se puede garantizar de que la totalidad de las maderas provienen de actividades bajo un manejo forestal sostenible (Campos *et al.* 2001).

Todo esto se encuentra ligado también a la importación de maderas que debido a una identificación incorrecta ingresen al país de especies de maderas que se encuentran vedadas. Por ejemplo, en Panamá se puede aprovechar el almendro de montaña *Dipteryx panamensis* y en Costa Rica dicha especie se encuentra vedada mediante el decreto N° 25167, lo cual podría identificarse en aduana y prohibir su ingreso de forma ilegal al confundirse su madera en producto con otras especies.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Desarrollar una clave dendrológica digital multientrada basada en características conspicuas de las partes vegetativas del árbol y características anatómicas de la madera, para la identificación de especies vulnerables y restringidas en la región Mesoamericana, con el fin de desarrollar una herramienta tecnológica que apoye la identificación de estas especies en los procesos de conservación y manejo forestal sostenible.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las especies vulnerables según la Lista Roja de la UICN, Apéndices CITES y leyes y decretos de cada país de la Región Mesoamericana y crear una ficha técnica para cada especie.
- Elaborar una clave dendrológica digital de algunas especies vulnerables y restringidas en Mesoamérica en versión para PC, mediante el programa Lucid 3.5 y su posterior empaquetamiento en aplicación para celulares inteligentes con sistema operativo Android.
- Describir las características anatómicas de la madera de las especies que no cuenten con esta información, mediante la caracterización de las mismas con el apoyo de expertos.
- Socializar y validar la clave por medio de la realización de talleres con actores claves de la Región Mesoamericana y personas del público meta, con el fin de mostrar la utilidad de esta herramienta tecnológica como apoyo en el proceso de conservación y manejo forestal sostenible.

## 2. Técnicas y procedimientos

### 2.1 Área de estudio

El área de interés del proyecto abarcó los países de la Región Mesoamericana, el sur de México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá (Fig.1).

La Región Mesoamericana, es un sitio de gran riqueza biológica, climática y geográfica. Esta zona abarca un área de aproximadamente 769,000 km<sup>2</sup>, lo que representa un 0,5% de tierra firme en el mundo. A pesar de representar un pequeño porcentaje de la tierra se considera como una zona de gran riqueza natural, ya que posee el 7% de las especies de plantas y animales del mundo. En el territorio mesoamericano se encuentran 60 formas de vegetación y 30 ecoregiones, abarcando zonas semidesérticas hasta bosques húmedos (Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano 2002).

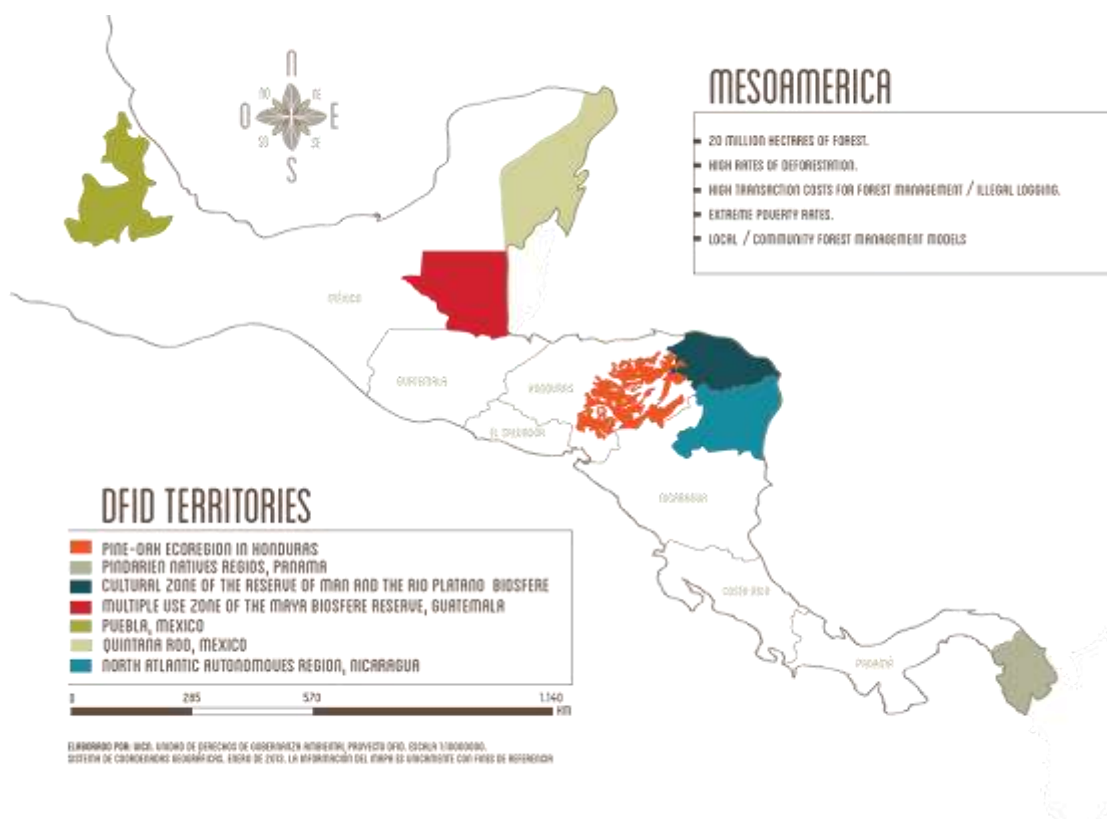


Fig.1. Área de acción en Mesoamérica de la UICN

## **2.2 Criterios para la selección de las especies**

Se utilizaron los siguientes criterios de selección:

1. Lista roja de especies amenazadas de la UICN en cada país, en este caso, se eligieron las especies vulnerables, en peligro y en peligro crítico. Se les dio un mayor peso a las especies de uso comercial ya que éstas son propensas a una disminución en sus poblaciones debido al aprovechamiento.
2. Convenios internacionales de las especies presentes en los apéndices de CITES (en Apéndices I, II y III en todos los países).
3. Lista de especies en riesgo o con restricciones de uso, consideradas por las políticas de los gobiernos regionales (vía decreto, ley o norma) (Anexo 1).

Basados en los criterios antes mencionados se obtuvo una lista general para la Región Mesoamericana, se priorizaron aquellas especies que se encuentran en las tres categorías mencionadas anteriormente o representadas en al menos dos de estas categorías.

## **2.3 Creación de las fichas técnicas**

Se elaboraron fichas descriptivas para cada especie, las cuales cuentan con la descripción taxonómica respectiva, además de una breve descripción de las características vegetativas y anatómicas de la madera (Cuadro 1). Las fichas se realizaron como un complemento que le facilite y guíe al usuario cuando esté identificando un espécimen (Fig. 2). Estas fichas se realizaron en formato Word y posteriormente se incorporaron a la clave digital en formato HTML.

Se tomó como base la literatura en físico además de la información disponible en la web, sobre todo en la página de *Especies para la restauración* la cual es un proyecto de la UICN, en la cual se realizó de igual forma una revisión exhaustiva.

En el caso de las especies que no contaban con información bibliográfica de las características anatómicas de la madera, se procedió a hacer la descripción de la madera con ejemplares de colecciones disponibles entre profesionales del sector. Además, se contó con

el apoyo del personal de UICN en cada país para la colecta de la información de las especies de dichos países. Una vez obtenidas las muestras, se procedió a realizar las descripciones a nivel macro y microscópico realizando cortes para ver las estructuras necesarias para su identificación. Dicho proceso se llevó a cabo con la colaboración de la Licda. Isabel María Carpio Malavassi, especialista en anatomía de maderas tropicales, además de la biografía de 150 especies de especies forestales (Carpio 1992).

Cuadro 1: Características vegetativas y anatómicas de la madera presentes en las fichas técnicas de las 67 especies de la clave ID-Species.

<b>Características generales</b>	<b>Descripción vegetativa</b>	<b>Descripción anatómica de la madera</b>
<b>Familia</b>	Diagnóstico	Color en condición verde y seca
<b>Sinónimos</b>	Hojas	Transición entre albura y duramen
<b>Nombres comunes</b>	Inflorescencias	Textura
<b>Criterios de restricción</b>	Flores	Anillos de crecimiento
<b>Historia natural</b>	Infrutescencias	Tipo de: grano, lustre, poros, radios y fibras
<b>Distribución</b>	Frutos / Semillas	Distribución de: grano, lustre, poros, radios y fibras
<b>Usos industriales</b>	Fuste / Tipo de corteza	Tipo de parénquima

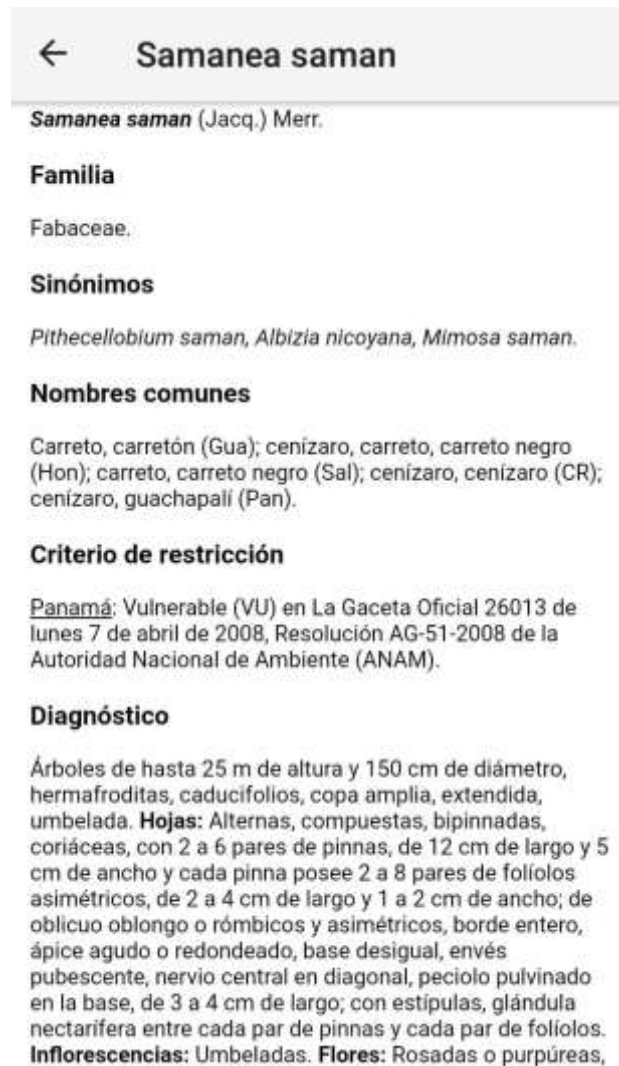


Fig.2. Diseño de la ficha técnica en la aplicación ID-Species

## 2.4 Creación de la biblioteca digital

El siguiente paso fue el desarrollar una biblioteca digital, mediante la creación de una base de datos para cada especie con fotografías en formato JPG, de las diferentes partes vegetativas y características anatómicas de la madera. Para el desarrollo de esta biblioteca digital, se tomó como base las galerías fotográficas desarrolladas en claves digitales (Sanchún 2011) y (Sanchún & Carpio 2012). Además, se realizaron visitas de campo a las zonas de

Osa, Golfito, Provincias de Limón, Heredia y Alajuela. En estas zonas se observaron individuos de los cuales no se contaba con fotografías de sus características dendrológicas. Para las especies que no se distribuyen en Costa Rica, se contó con el apoyo del personal de UICN en cada país de la Región Mesoamericana, quienes facilitaron la toma de las fotografías respectivas.

## **2.5 Desarrollo de ID- Species**

### **Especificaciones**

Una vez construida la sección de multimedia (fichas web y biblioteca digital) el paso siguiente consistió en desarrollar la versión para PC de la clave. Para ello se utilizó el programa Lucid 3.5, como requisito mínimo de la PC para desplegar el programa se encuentra el contar con la versión más actual de Java 2 Runtime, al momento de utilizar la clave. Dicho programa se puede desarrollar en los sistemas operativos Windows, Macintosh, Linux y Solaris, los cuales poseen diversos requerimientos de espacio libre en el disco duro y en la memoria RAM (Anexo 1).

Las características vegetativas de la clave se basaron en la realizada anteriormente por FUNDECOR (Sanchún 2011), entre las que se tomaron en cuenta aspectos como el follaje, color y textura de la savia, color de la flor, tamaño del fruto, entre otros; además de las características anatómicas micro y macroscópicas de la madera (Anexo 2), además se agregaron nuevos caracteres que no se encontraban en dicha clave.

Además, las características anatómicas de la madera, se basaron en la escogencia mediante el criterio técnico de profesionales en el tema, con amplia experiencia en el campo de la identificación de maderas tropicales.

Por otro lado, es importante recalcar que la clave, posee especies o entidades que abarcan características no solamente taxonómicas, sino que, de importancia en su conservación, así como su distribución según su zona de vida. Entre ellas se destaca las categorías de la lista roja de la UICN (entrando en detalle de “preocupación menor”, “casi amenazada”, “vulnerable”, “en peligro”, “en peligro crítico”), los apéndices de CITES (Apéndice I, Apéndice II, Apéndice III) y las leyes y decretos nacionales (Norma Oficial Mexicana, Índice



CONAP- Guatemala, Decreto N° 25700- Costa Rica, Decreto N° 25167- Costa Rica y La Gaceta Oficial 26013- Panamá) las cuales brindan a los usuarios otros filtros, aparte de su taxonomía que se adecúen a los intereses de las personas que utilicen la clave. En total se ingresaron 98 características necesarias según las 67 especies seleccionadas con los criterios mencionados en la sección 2.2 de este informe.

### **Funcionamiento de la clave**

La clave ID- Species permite identificar especies gracias a las características ingresadas en el diseñador o “Builder” del programa Lucid 3.5. Del menú total de especies, la herramienta va generando una serie de filtros acotando el número final de especies que tienen las características elegidas por el usuario. Esto quiere decir que, al elegir una característica, como por ejemplo hojas compuestas, la herramienta genera un listado de especies que poseen esa característica descartando todas aquellas especies que no la contiene. De esta manera se va reduciendo el número de especies a medida que se añaden filtros según las características que podemos observar en la especie que queremos identificar.

### **Diseño de la clave**

El primer paso de diseño de la clave es ingresar la lista de las 67 especies elegidas y las 256 características que describen a las especies. El “Builder” del programa Lucid es donde se realiza todo el desarrollo de la clave digital en su versión para PC, para su posterior empaquetamiento en aplicación móvil.

En la ventana de la izquierda del “Builder”, se realiza un esquema de las características mediante los botones “” cuyo diseño depende de la estructura parental o jerárquica de acuerdo con la categoría de la característica que se esté agregando, se puede visualizar la estructura jerárquica mediante el botón “” que está a la par de cada ente ingresado (Fig 3).

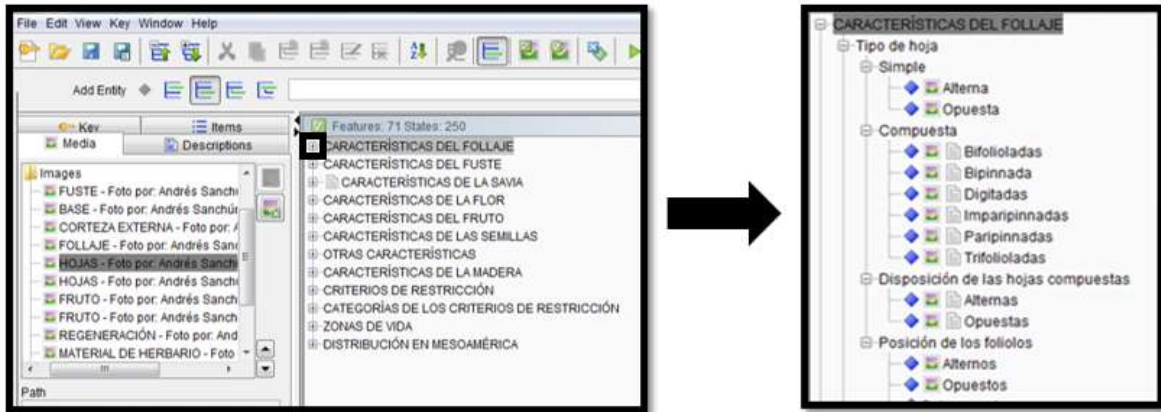



Fig.3. Ejemplo de visualización de la estructura jerárquica de las características de las especies en estudio

Para el ingreso de las especies se utiliza la ventana del lado derecho mediante el botón “” (Fig. 4).

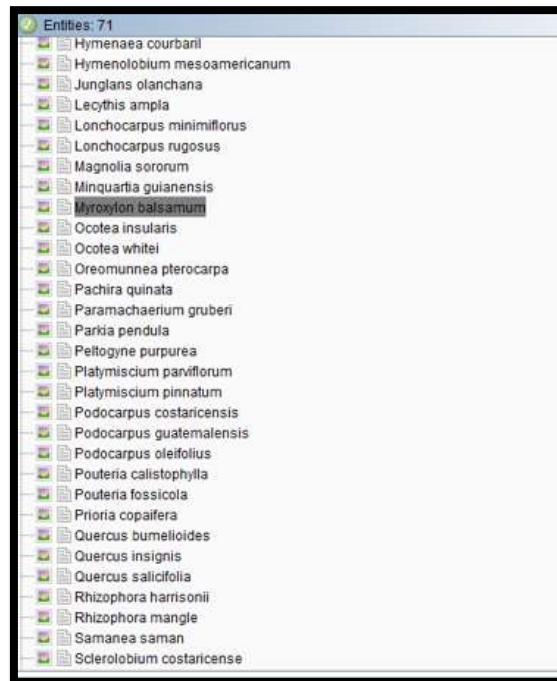


Fig. 4. Ejemplo de visualización de las especies ingresadas al “Builder” de Lucid.

## Concatenación de especies y características

Según el diccionario de la Real Academia Española, concatenar significa “unir o enlazar dos o más elementos” (RAE, 2016). Y es por esto que al igual que dicha definición, la clave dendrológica representada a través del software desarrollado, le permite al creador de la clave unir y enlazar, mediante un sistema de puntos de control o “checks” (explicados posteriormente con más detalle), las diferentes características de una especie y así lograr la identificación eficiente de cada especie.

La incorporación de esta variable más la sección de multimedia se realizó mediante la ventana “Builder” del programa la cual está compuesta de dos ventanas, una para la incorporación de los caracteres y otra para multimedia (Fig. 5). La concatenación se realiza mediante la colocación de “checks” que ligen las entidades elegidas, por ejemplo, las especies *Anthodiscus chocoensis* y *Caryocar costaricensis* contienen hojas compuestas trifolioladas, por lo que, al seleccionar esa característica, se observa la concatenación con dichas especies (Fig. 6).

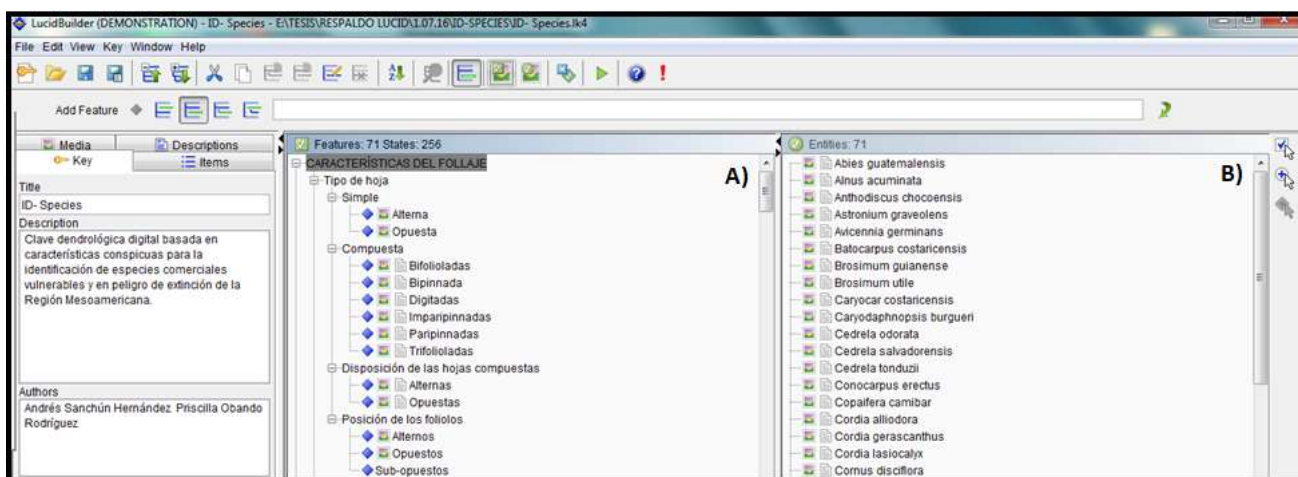


Fig.5. A) Ventana de incorporación de características de las especies. B) Ventana de incorporación de entes (especies).

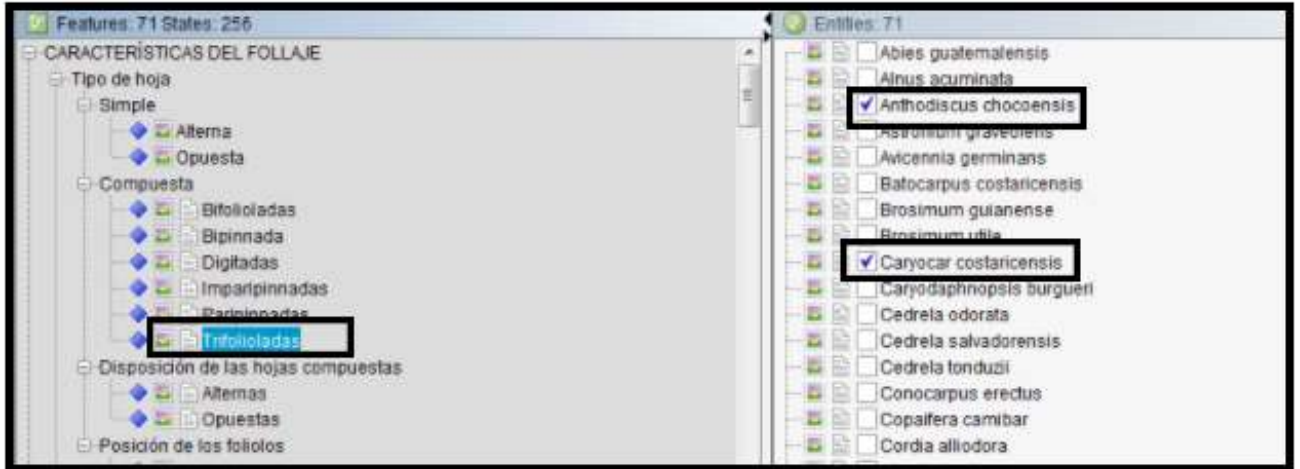


Fig. 6. Ejemplo de concatenación de caracteres y entidades, mediante “checks”.

Posteriormente a la concatenación de todas las especies con sus características, se agregaron las galerías de imágenes y las fichas técnicas en HTML de cada una de las especies y de los caracteres, mediante la cejilla “media” (Fig. 7).

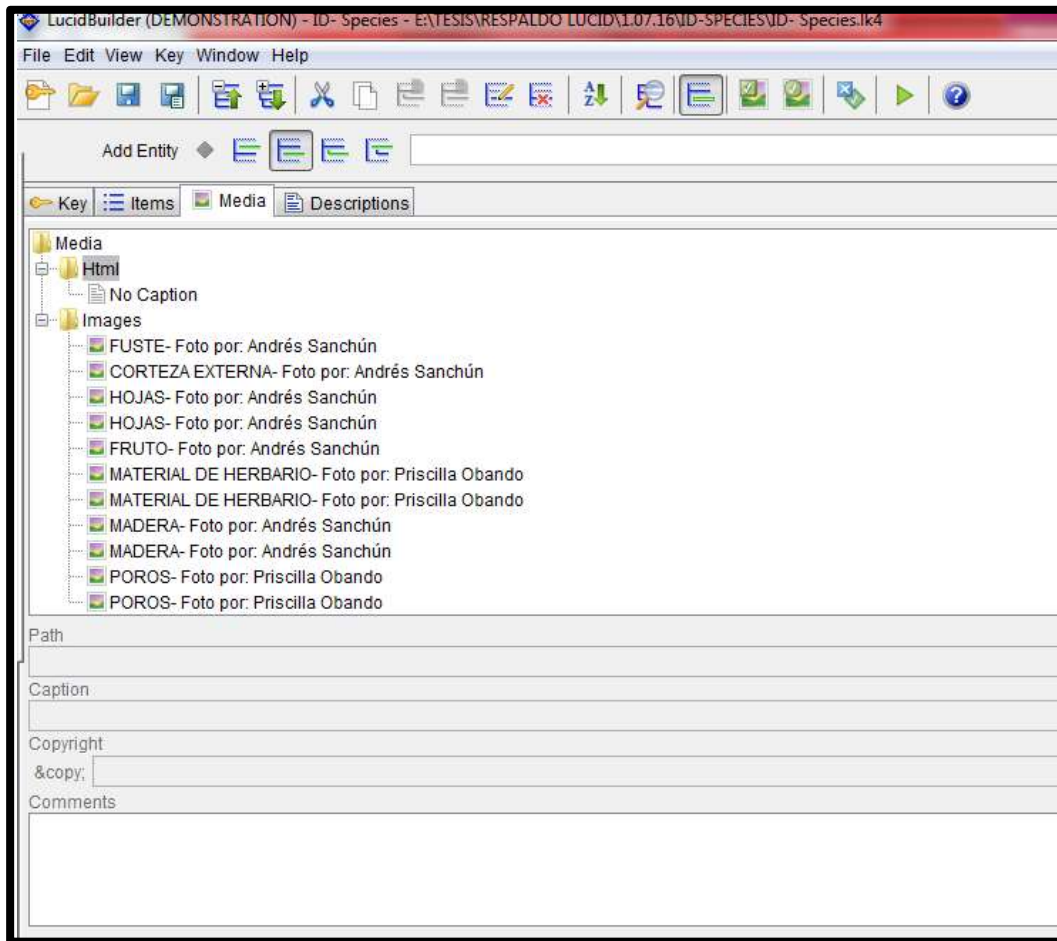




Fig. 7. Cejilla “media” para agregar los archivos JPG y HTML.

A pesar de que se utilizaron características conspicuas con el objetivo de facilitar el acceso de toma de caracteres al público meta, lo cual facilita la identificación del espécimen, se utilizaron características vegetativas y anatómicas que requieran de un mayor conocimiento de los usuarios. Por lo tanto, se agregaron archivos en HTML para la definición de términos técnicos utilizados en la concatenación, para facilitar el acceso y uso de la clave, los cuales se pueden visualizar mediante el botón “” (Fig. 8), también se realizó la galería de imágenes para que el usuario se guíe realizando comparaciones visuales de las fotografías y su especie por identificar. Dicha galería se despliega con el botón “”.



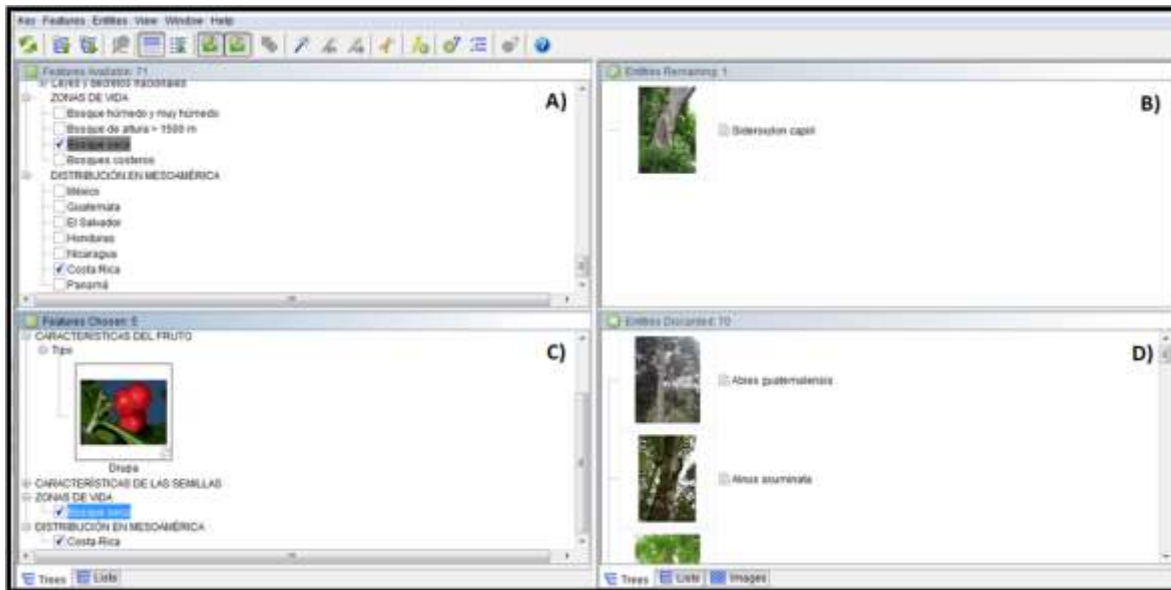


Fig. 9. Tipos de ventanas desplegadas en el “player” de la versión PC A) Características a elegir. B) Especies seleccionadas. C) Resumen de las características elegidas por usuario. D) Especies descartadas o que no contienen características seleccionadas (versión PC).

Como siguiente paso se procedió a enviar la clave en su versión para PC, a la Universidad de Queensland, creadora del programa, con el fin de que se realice el empaquetamiento para obtener la aplicación de celulares inteligentes con el sistema operativo Android, dicha aplicación se descarga en Play Store bajo el nombre **ID-Species**.

## 2.6 Modo de uso

Una de las ventajas de la clave dendrológica digital ID-Species, es que es de multientrada, lo que significa que se puede empezar a caracterizar un espécimen por la característica que el usuario elija o que sea más fácil de observar. Ésto la diferencia de las claves dicotómicas, debido a que si uno de los términos vegetativos o anatómicos de la madera no lo conoce o no es posible de observar (por ejemplo si un individuo no se encuentra en floración en el momento de la clasificación), puede continuar con otra característica. Incluso el usuario tiene la oportunidad de filtrar por la distribución en Mesoamerica, zona de vida, categoría de protección, con el fin de trabajar con las especies que se encuentren dentro de su área de interés.

La primera ventana de la aplicación, muestra las características en general, con las cuales al seleccionar va desplegando consecutivamente el detalle de cada una de ellas (Fig. 10). En este manual, utilizaremos como primer ejemplo aquellas especies que contengan tipo de hoja compuesta imparipinnada, para facilitar la explicación en el uso de la aplicación.

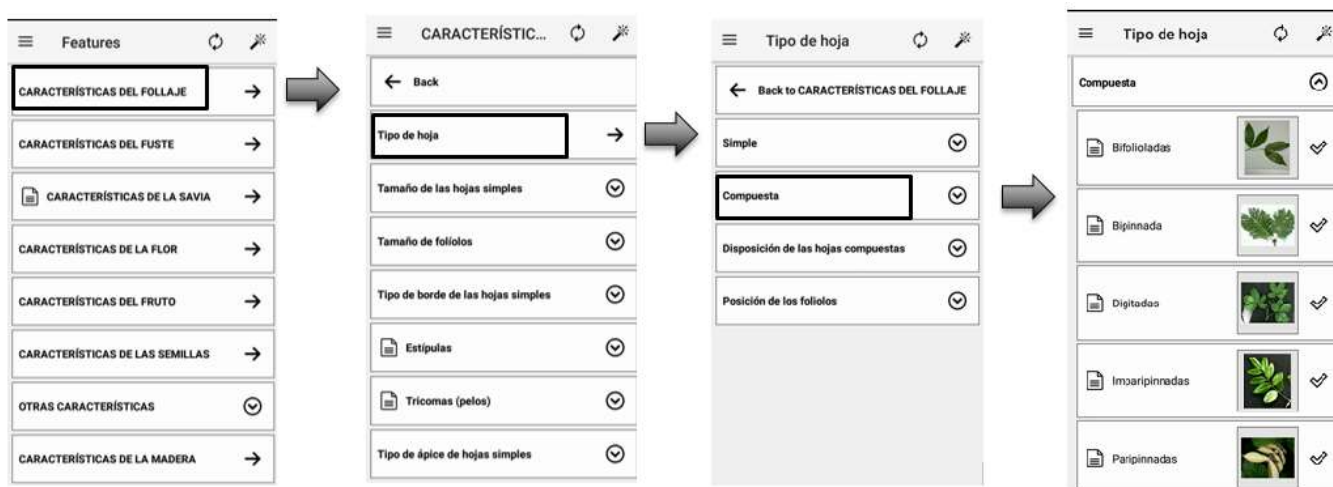


Fig. 10. Ejemplo de los pasos a seguir para seleccionar el tipo de hoja compuesta de un individuo. “Características de follaje → Tipo de hoja → Compuesta → Imparipinnada” (Vista desde la aplicación).

Posteriormente, al seleccionar las características de la hoja compuesta imparipinnada, se puede ver cuáles de las 67 especies contienen dicha característica, presionando el botón “☰” ubicado en la esquina superior izquierda de la pantalla del celular, en que “entities remaining” son las especies que, en este caso, poseen hojas compuestas imparipinnadas, cuyo caso representan 14 especies con este tipo de hoja (Fig. 11).

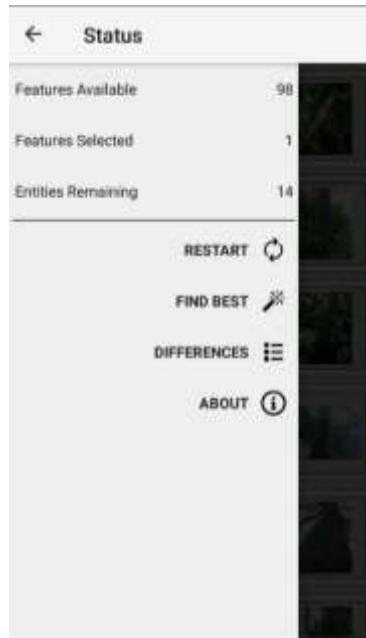


Fig. 11. “Entities remaining”- especies que contienen las características seleccionadas (Vista desde la aplicación).

Además esta misma pantalla muestra la opción “Features selected” cuya función es mostrar un resumen de las características seleccionadas por el usuario (Fig. 12), si en este caso, se retoman los pasos anteriores eligiendo “Características del fuste → Exfoliación → Placas irregulares”, se obtiene que 5 especies tienen hojas compuestas imparipinnadas y exfoliación en placas irregulares (Fig. 13).

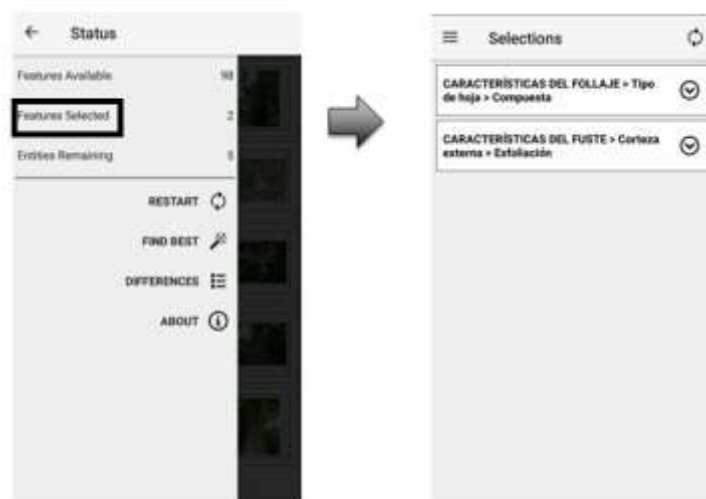


Fig. 12. “Features selected” – Resumen de las características seleccionadas (Vista desde la aplicación).

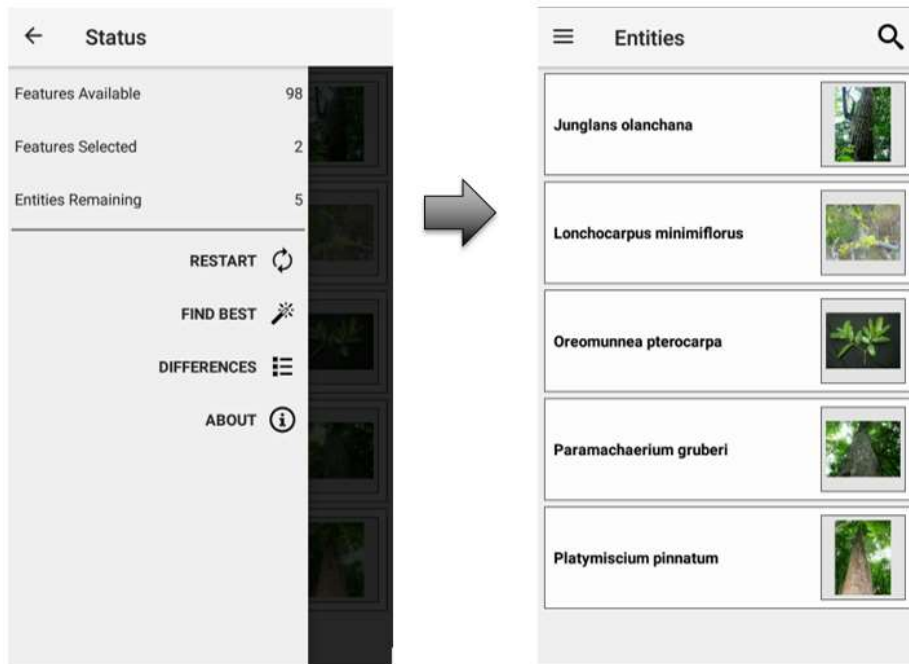


Fig. 13. Cinco especies que contienen hojas imparipinnadas y exfoliación en placas irregulares (Vista desde la aplicación).

Al continuar con “Características del fuste → forma en sección longitudinal → Recto”, se obtiene que las especies que poseen esta forma son *Juglans olanchana*, *Oreomunnea pterocarpa* y *Platymiscium pinnatum*. Por lo que a continuación se presentan dos posibles vías a las cuales puede llegar el usuario, debido formato multientrada de la clave digital.

En el caso A, se elige la característica de distribución según su zona de vida, mediante los pasos “Zona de vida → Bosque húmedo y muy húmedo”, lo que descarta a la especie *Oreomunnea pterocarpa* ya que es una especie que habita en los bosques de altura (>1500 m). Por lo que, con dos especies por elegir, el usuario tiene la opción de continuar eligiendo características que observa en la especie que se encuentre identificando o consultar la galería de imágenes o fichas técnicas de las dos especies para verificar su especie (Fig. 14).



*Junglans olanchana* Standl. & L.O Williams

**Familia**

Juglandaceae

**Nombres comunes**

Nogal (Gua); cedro negro, nogal (Hon), nogal (Sal), nogal (Nic).

**Criterio de restricción**

Lista Roja UICN (en peligro).



*Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand

**Sinónimos**

*Amerimnon pinnatum*, *Lonchocarpus amerimnum*, *Platymiscium polystachyum*.

**Nombres comunes**

Granadillo (Méx); coyote (Nic); cristóbal, cachimbo, granadillo, quira sangrillo, coyote (CR); guayacán chiricano, ñambar, quira sangrillo.

**Criterio de restricción**

Costa Rica: Veda total en el Decreto Ejecutivo N° 25700 de enero de 1997. CITES II.

Fig. 14. Extracto de las fichas técnicas y galería de imágenes de la clave ID- Species (Vista desde la aplicación).

Otra forma de descartar cual es la especie en este caso, se puede realizar mediante el tamaño del fruto, “Características del fruto → Tamaño”, cuyos tamaños de frutos logran descartar las otras entidades ya que son diferentes en las 3 especies (Fig. 15).

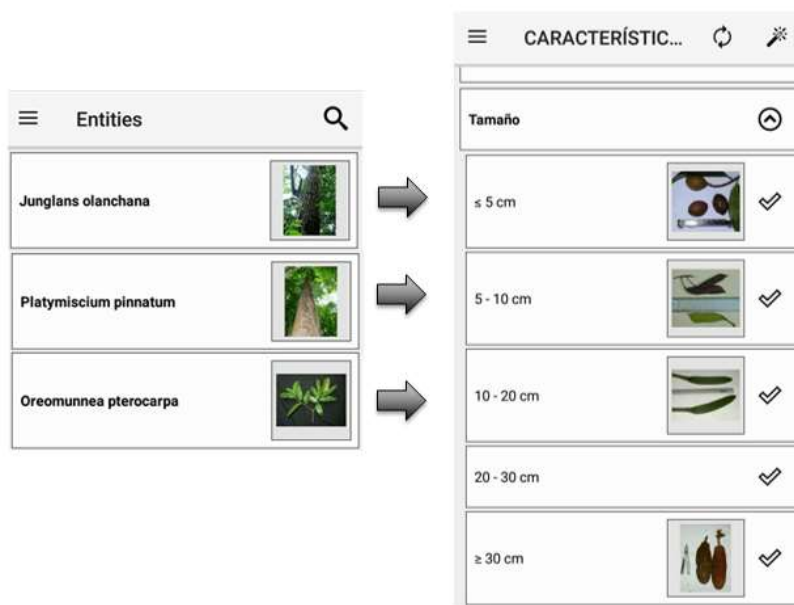


Fig. 15. Esquema de las especies elegidas con respecto al tamaño del fruto (Vista desde la aplicación).

En el caso de la identificación de la madera, es importante tener en cuenta que las especies maderables son complejas en su identificación, además de que, dependen del estado en que se encuentren las muestras, ya sean en condición verde o seca, además de mucha dedicación y observación. A continuación, se detalla el proceso y el modo de uso de dos materiales utilizados en la identificación de la madera:

**Lupa:** Se debe acercar a una distancia en la cual podamos observar las características de interés, en algunas ocasiones es necesario de este instrumento esté en contacto con nuestras pestañas, dependiendo del tipo de lupa que estemos utilizando (Wiedenhoeft, 2011) (Fig. 16).



Fig. 16. Forma correcta de utilización de la lupa.

**Cuchilla:** Este elemento funciona para la preparación de la muestra, cuyo objetivo es realizar finos cortes para la observación de características difíciles de observar como por ejemplo cuando los poros se encuentran llenos de tálides o sustancias gomosas, no son tan notorios como los poros sin tálides que se observan como huecos en la madera. El uso correcto de este instrumento es fundamental debido al peligro que conlleva, es importante que al realizar los cortes no se coloque los dedos en el área cercana al filo de la cuchilla, sino que más bien se coloquen en la parte inferior de la muestra (Wiedenhoeft, 2011) (Fig. 17).

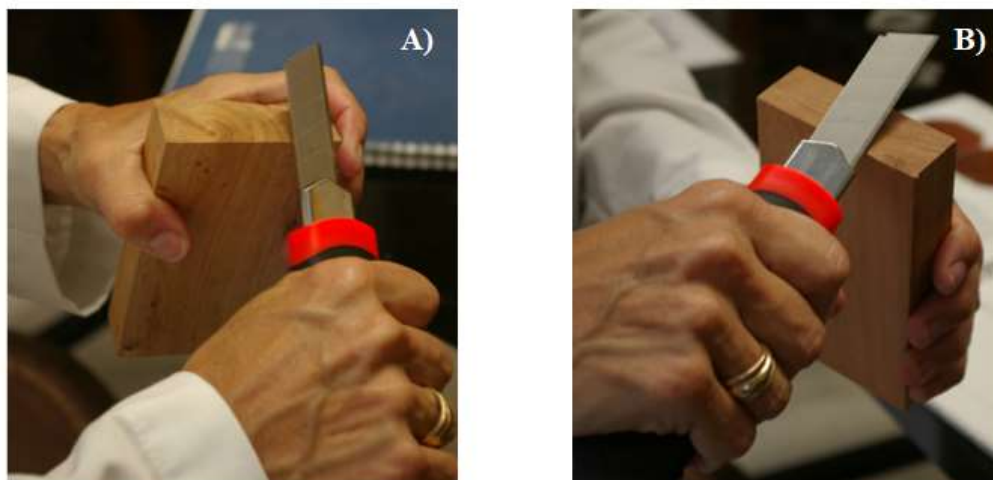


Fig. 17. Colocación de los dedos en corte de madera A) Forma incorrecta B) Forma correcta

Posteriormente, la identificación se puede realizar mediante la observación directa, con lupa o con microscopio, siempre y cuando se tome en cuenta la naturaleza de la característica que se vaya a utilizar.

### **3. Proceso de validación y socialización de la clave**

#### **3.1 Validación de las características vegetativas y anatómicas de la madera**

Se realizaron reuniones semanales durante los años 2014-2016, con los expertos Andrés Sanchún e Isabel Carpio Malavassi, con el fin de validar las características utilizadas en la clave y verificar el grado de precisión en la identificación de las especies, en el caso que no fueron los esperados, se realizaron los ajustes en los caracteres de la clave para depurar la clave y luego repetir el proceso de validación.

#### **3.2 Socialización de ID-Species**

Se realizaron dos talleres, uno en Guatemala el día 21 de noviembre 2017, con las entidades ambientales asociadas a la UICN, entre ellas el Instituto Nacional de Bosques (INAB), Rainforest Alliance, estudiantes de biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Fundación Defensores de la Naturaleza, Asociación Ambiental Civil- Xayá-ACAX y FUNDAECO y un taller en El Salvador con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) el día 23 noviembre 2017 con agricultores locales, encargados de proyectos en pro del aprovechamiento sostenible del agua.

En dichos talleres se abordó con un esquema basado en la explicación de los objetivos de la clave, el contenido y la guía de uso (Cuadro 2). Se indicó que la clave aún no es de libre acceso, por lo que se realizó la instalación del Player en computadoras para la interacción y conocimiento de los participantes de los talleres.

Cuadro 2: Metodología utilizada en los talleres realizados en El Salvador y Guatemala en el mes de noviembre del 2017.

Acceso a la herramienta	Explicación del uso	Práctica
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Indicación a los participantes del estado de esta herramienta, la cual no ha sido culminada y, por ende, no es de libre acceso aún.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Explicación del contenido de la clave, mediante los criterios de selección, las 67 especies elegidas y la galería de imágenes.</li> <li>● Demostración del uso mediante ejemplos en características vegetativas y anatómicas de la madera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Búsquedas de práctica y aclaración de las dudas que surgieran en el uso de esta herramienta.</li> <li>● Se instaló el player del programa Lucid en tres computadoras que se pusieron a disposición de los participantes.</li> </ul>

Se obtuvo mucha aceptación de los participantes de los talleres, quienes indicaron estar a espera de la publicación de dicha herramienta. Se realizaron encuestas al final de cada taller en la que se abordaba la organización del taller, el proceso informativo, evaluación global y el profesorado (Anexo 3). En el caso de El Salvador, los participantes se mostraron muy interesados en aplicar estas herramientas no solo en la restauración, sino que también en el control de uso de los recursos naturales en El Salvador, por ejemplo, en la correcta identificación en el tema de decomisos. En el caso de Guatemala, se mostraron interesados y desean realizar un esfuerzo a nivel nacional para realizar una herramienta con especies endémicas de Guatemala.

#### 4. Consideraciones finales y recomendaciones

- La clave dendrológica digital ID- Species, se creó con el fin de mitigar la identificación incorrecta de las especies que se encuentren más protegidas por

las listas internacionales, así como a nivel nacional. Además está abierta para incorporar más especies.

- Es importante hacer esfuerzos a nivel nacional y considerar el realizar este tipo de claves para cada uno de los países, según se comentó en el taller realizado en Guatemala.
- Al ser una clave de multientrada, el acceso dependerá de las características que el usuario pueda observar en el momento de su clasificación, lo que permite ser utilizada fácilmente.
- Esta herramienta posee un potencial grande para ser utilizada en procesos de restauración, mitigación de tala de árboles vulnerables y en peligro, así como el poder utilizar la identificación de maderas en temas de decomisos.
- Es importante dar a conocer esta herramienta, en los países en los cuales no se han realizado los talleres de socialización facilitados por la UICN e incluso generar interés en las universidades e instituciones que puedan promover su uso en planes de manejo.
- Las aplicaciones para celulares son una herramienta que presentan mucho potencial en el ámbito biológico, las cuales son importantes de explorar y aprovechar su contenido en pro de la conservación y uso sostenible de los recursos.
- Cabe mencionar que ID- Species, se basó en la identificación mediante características conspicuas, para facilitar el acceso del público meta y además contiene información que filtra según los intereses, ya sea por distribución o por su criterio de restricción.

## Referencias bibliográficas

- Blaser, J. & C. Sabogal. (2011). Directrices revisadas de la OIMT para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales. 110 p.
- Bon Challenge. (2018). The Challenge (Consultado: 16 febrero 2018, <http://www.bonnchallenge.org/content/challenge>).
- Campos, J., Villalobos, R., Camacho, M. Gómez, M. & Rodríguez, C. (2001). La tala ilegal en Costa Rica: un análisis para la discusión. Plan Nacional para el Desarrollo Forestal. 51 p.
- Carpio, M. (1992). Maderas de Costa Rica: 150 especies forestales. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 338 p.
- CITES. (2013). Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies (Consultado: 18 diciembre 2013, <http://www.cites.org/esp/disc/what.php>).
- CITES (1973). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre.
- Flores Vindas, E. & G. Obando Vargas. (2003). Árboles del trópico húmedo. Importancia socioeconómica- 1ª. Ed- Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica. 922p.
- Loyche, M., P. Holmgren & F. Castañeda. (2003). Sustainable Forest Management and the Ecosystem Approach: Two concepts, one goal. *Forestry Department*, FAO, 25: 33.
- OIMT. (2013). Organización Internacional de Maderas Tropicales (Consultado: 18 diciembre 2013, [http://www.itto.int/es/sustainable\\_forest\\_management/](http://www.itto.int/es/sustainable_forest_management/)).
- Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. (2002). El Corredor Biológico Mesoamericano: una plataforma para el desarrollo sostenible regional. Managua, Nicaragua.
- RAE. (2015). Diccionario de la Real Academia Española (Consultado: 18 setiembre 2016, <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=A6EsxFh>).
- Rodríguez, A., A. Monro, O. Chacón, D. Solano, D. Santamaría, N. Zamora, F. González & M. Correa. (2011). Regional and global conservation assessments for 200 vascular plant species from Costa Rica and Panama. *Phytotaxa* 2, 1-126.

Rusch, V. & M. Sarasola. (2011). Manejo Forestal Sustentable: Un ideal que puede ser realidad. INTA. 11 p.

Sanchún, A. & M. Carpio. (2012). Clave dendrológica y características anatómicas de la madera, para especies restringidas de Centro América. Universidad de Costa Rica (Consultado: 16 diciembre 2013, <http://www.inii.ucr.ac.cr/fundecor/>)

Sanchún, A. (2011). *Clave dendrológica digital basada en características conspicuas para 170 especies arbóreas en bosques y potreros de la Zona norte y Caribe de Costa Rica*. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Tortorelli, L. (1956). Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME. 910 p.

Wiedenhoeft, A. (2001). Identification of Central American Woods. Forest Products Laboratory. USDA Forest Service, Madison, Wisconsin. 162 p.

## Anexos

Anexo 1. Requerimientos en los diversos sistemas operativos en los cuales se puede correr el programa Lucid 3.5

Sistema operativo	Características
<b>Windows</b>	<b>Versiones:</b> 2000 (SP3)/XP/VISTA <b>Espacio libre en disco duro:</b> 150 MB <b>Memoria RAM:</b> 256 MB, 512 MB o superior
<b>Macintosh</b>	<b>Versiones:</b> OS X 10.4 o superior <b>Espacio libre en disco duro:</b> 150MB <b>Memoria RAM:</b> 512MB o superior
<b>Linux</b>	<b>Versiones:</b> que soporten J2RE, como: Red Hat, SuSE, Ubuntu <b>Espacio libre en disco duro:</b> 150MB <b>Memoria RAM:</b> 512MB o superior
<b>Solaris</b>	<b>Versiones:</b> 7, 8, 9 o 10 <b>Espacio libre en disco duro:</b> 150MB <b>Memoria RAM:</b> 512MB o superior

NOTA: Lucid 3, puede ser usado con los sistemas operativos Windows 98/ME/NT4. Sin embargo, no se proporciona soporte técnico para estos sistemas.

## Anexo 2. Características de la parte vegetativa y anatómicas de la madera utilizadas en la clave dendrológica digital

### Características vegetativas del árbol

**Follaje:** La forma de las hojas suele ser una característica diagnóstica de las especies, aunque con grandes variaciones entre individuos e incluso dentro de un mismo individuo.

- Tipos de hojas: Podemos diferenciar las hojas simples y las hojas compuestas:
  - Hoja simple: aquella cuya lámina no se divide completamente, se encuentra al inicio del peciolo.
  - Hoja compuesta: aquella formada por un folíolo o más folíolos.
    - Disposición de las hojas compuestas: alternas u opuestas.
    - Posición de los folíolos: alternos, opuestos o sub- opuestos.
- Tamaño de las hojas simples o lámina foliar: medida en centímetros desde la base de la misma hasta la punta del ápice. Este carácter sólo se aplica a las hojas simples
  - $\leq 5$  cm
  - 5-10 cm
  - 10-15 cm
  - 15-20 cm
  - $\geq 20$ cm
- Tamaño de los folíolos:
  - Menor a 1 cm
  - 1-5 cm
  - 5-10 cm
  - Mayor a 10 cm
- Tipo de borde de hojas simples: Contorno de la lámina foliar.
  - Dentado o aserrado
  - Entero
  - Ondulado
  - Revoluto
- Estípulas: Apéndices foliares que suelen asociarse no imprescindiblemente a las hojas.
  - Ausentes
  - Presentes
- Presencia o ausencia de tricomas o pelos:

- Glabra: Que no los presenta.
- Pubescente: Que los presenta.
- 
- **Ápice de las hojas simples:** Aplíquese en éste caso a la parte terminal o extrema de la lámina foliar.
- Acuminado
- Agudo
- Obtuso
- Redondeado
- Apiculado
- Caudado

**Características de la savia** (líquido compuesto por agua y nutrientes que circula por los tejidos o vasos conductores de todas las plantas).

- Color de savia que exuda el fuste: Color expuesto por la savia

- Blanca o crema
- Incolora
- Rojiza

### **Características del fuste o tronco**

- Corteza externa:
  - Exfoliación: tendencia de la corteza externa a desprenderse en diferentes formas
    - Papirácea: se exfolian capas muy finas como papel
    - Placas circulares: se exfolia en escamas dejando una cicatriz orbicular marcada
    - Placas irregulares
    -
- Tipos de corteza
  - Fisurada: que presenta fisuras verticales muy marcadas y profundas, con patrones definidos
  - Levemente fisurada: que presenta fisuras verticales levemente marcadas y poco pronunciadas, con patrones definidos
  - Moderadamente fisurada: que presenta fisuras verticales marcadas y poco pronunciadas, con patrones definidos
  - Lisa: que no contiene fisuras
  - Reticulada: exfolia en forma de red.

- Tonalidad de la corteza interna: el color interno de la corteza.
  - Rojizos
  - Cremosos
  - Veteados (combinación de dos o más colores)
- Forma (en sección longitudinal)
  - Ramificado
  - Recto
- Forma (en sección transversal)
  - Cilíndrico
  - Irregular
  
- Presencia de Gambas y raíces fúlcreas:
  - Gamba: crecimiento angosto, alargado y continuo de la raíz en la base del tronco.
    - Ausentes
    - Grandes: mayores a 2 metros
    - Pequeñas: hasta 2 metros de altura
  
- Lenticelas: protuberancias o eminencias en la corteza para el intercambio gaseoso.
  - Muy lenticilada: alta presencia de lenticelas (granos) de tamaño grande visibles a una distancia de dos metros del fuste.
  - Evidente: presencia de lenticelas en el fuste, visibles solo cuando se está cerca o a la par fuste
  - No evidente

### **Características de la flor**

- Color:
  - Amarilla
  - Blanca
  - Crema
  - Lila
  - Roja
  - Rosada

### **Características del fruto**

- Tamaño:
  - $\geq 5$  cm
  - 5-10 cm
  - 10-20 cm

- 20-30 cm
- $\geq 30$  cm
- Textura:
  - Seco
  - Carnoso

### **Características de las semillas**

- Cantidad de semillas
  - Una semilla
  - Numerosas: más de una semilla
- Forma de las semillas:
  - Con alas
  - Sin alas

### **Otras características**

- Aroma: algunos árboles tienen algún olor característico en la corteza, en otros es inodora. La intensidad del olor puede ser variable y desaparecer con el tiempo, por lo que se aconseja percibir esta característica después de hacer el corte.
  - Aguacate
  - Frijol
  - Mango
- Glándulas visibles a simple vista
- Hojas agrupadas al final de las ramas
- Hojas bicoloradas
- Peciolos desiguales
- Puntos y/o líneas translúcidas
- Puntos negros en las hojas
- Nudos abultados
- Presencia de espinas o aguijones en el tronco y ramas
- Raíces adventicias: Producida a cierta altura de la base del tronco y recurvada hacia el suelo (semejando la patas de un zancudo) por lo que en otras regiones reciben el nombre de raíces zancudas.

## Características generales de la madera

- Color de la madera: Originado por las sustancias colorantes como resinas, gomo-resinas y derivados tánicos que se depositan en el interior de las células de los tejidos, que impregnan las paredes celulares<sup>2</sup>
  - Condición seca
    - Albura: Corona exterior del leño constituida por los últimos anillos de crecimiento<sup>2</sup>.
      - Tonalidades naranja, grisáceas, pardas, amarillas, rojizas.
    - Duramen: Denominado también como corazón, círculo interior del leño formado por elementos que han perdido su actividad vital en un árbol vivo, funciona como sostén del árbol vivo<sup>2</sup>.
      - Tonalidades naranja, grisáceas, amarillas, púrpuras, pardas, rojizas.
    - Transición entre albura y duramen
      - Cambia abruptamente
      - Cambia gradualmente
      - No cambia
  - Condición verde
    - Albura
      - Tonalidades amarillas, pardas, grisáceas, rojizas, naranjas.
    - Duramen
      - Tonalidades amarillas, naranjas, pardas, rojizas, grisáceas.
    - Transición entre albura y duramen
      - Cambia abruptamente
      - Cambia gradualmente
      - No cambia
- Visibilidad de los anillos de crecimiento (en corte transversal)
  - Distinto
  - Indistinto
  - Límite de anillos definidos por bandas claras

- Límite de anillos definidos por bandas oscuras
- Figura en corte longitudinal
  - Arcos superpuestos
  - Espigado o plumoso
  - Líneas verticales
  - Reflejos dorados
  - Reflejos plateados
  - Satinado
- Lustre o brillo: Propiedad de algunas maderas en reflejar la luz en superficies longitudinales<sup>2</sup>.
  - Ausente
  - Elevado
  - Mediano
  - Bajo
- Aroma: Olor debido a sustancias volátiles, como resinas y aceites esenciales presentes en las células.
  - Ácido (avinagrado)
  - Dulce
  - Otros
  - Ausente
- Sabor
  - Amargo
  - Dulce
  - Picante
  - Otros
  - Ausente
- Textura (corte transversal): Tamaño de los elementos que forman el leño
  - Fina
  - Áspera
  - Mediana

- Textura (corte longitudinal)
  - Cerosa
- Secreciones
  - Látex
  - Resina
  - Ausente
  - Aceite

### **Características macroscópicas (con lupa de 7x en adelante)**

En esta sección es necesario el conocimiento básico de los términos de la anatomía de la madera.

- Grano o dirección de la fibra
  - Recto
  - Entrecruzado
- Parénquima (en sección transversal)
  - Visibilidad con lupa
    - Visible
    - No visible
  - Asociación con los poros
    - Parénquima asociada a los poros
    - Parénquima no asociada a los poros
  - Disposición del parénquima asociada a los poros
    - Aliforme
      - Confluente
      - No confluente
    - Bandas
      - Finas y angostas
      - Anchas y conspicuas
- Parénquima apotraqueal
  - Difuso
  - Bandas aisladas
  - Bandas tangenciales

- Parénquima terminal
  - En bandas
- Poros (observando en sección transversal)
  - Distribución
    - Patrón difuso
    - Patrón circular
    - Patrón semicircular
  - Disposición
    - Solitarios: cuando están rodeados por elementos de otra naturaleza.
    - Múltiples: cuando están agrupados 2 o más poros.
    - En cadena: cuando se observan en serie, pero cada uno mantiene su forma respectiva.
    - Agrupados en racimos (> de 2 poros)
  - Forma
    - Irregular
    - Redondo
  - Tamaño (en diámetro tangencial en mm)
    - Pequeños
    - Medianos
    - Grandes
  - Contenido (sección transversal)
    - Tíldes
      - Ausentes
      - Presentes
  - Tamaño (visibilidad)
    - Visibles a simple vista
    - Visibles con lupa
- Radios
  - Altura (corte tangencial)
    - Menos de 1 mm
    - Más de 1 mm

- Ancho
  - Angostos
  - Anchos
  - Muy anchos
- Distribución
  - No estratificados
  - Estratificados
- Visibilidad
  - Visibles
  - No visibles

### **Características microscópicas de la madera**

- Poros (en sección transversal)
  - Distribución de poros
    - Solitarios
    - Múltiples
    - En cadena
    - Agrupados en racimos
  - Diámetro tangencial
    - Pequeños ( $\leq 10$  mm)
    - Grandes ( $\geq 11$ mm)
    - Muy grandes ( $\geq 30$ mm)
  - Contenido
    - Tíldes
      - Ausentes
      - Presentes
- Parénquima apotraqueal
  - Difuso
  - Bandas aisladas
  - Bandas tangenciales
  - Escaso
- Parénquima paratraqueal

- Aliforme confluyente
- Aliforme no confluyente
- Bandas finas y angostas
- Bandas anchas y conspicuas
- Vascicéntrico completo
- Vascicéntrico incompleto
- Escaso
- Radios
  - En sección tangencial
    - Tipo de radio
      - Uniseriados
      - Biseriados
      - Multiseriados
    - Altura de los radios
      - Menos de 1 mm
      - Más de 1 mm
  - En sección radial
    - Tipo de radios
      - Homogéneos
      - Heterogéneos
- Fibras
  - Cortas (hasta 900 $\mu$ m)
  - Medianas (de 901 a 1600  $\mu$ m)
  - Largas (1601 a 2000  $\mu$ m)
  - Muy largas ( $\geq$  a 2001  $\mu$ m)

<sup>2</sup> Las definiciones son tomadas del libro Árboles y bosques argentinos de Luis Tortorelli, 1956.

Anexo 3. Encuesta realizada en los talleres de socialización de la UICN en El Salvador y Guatemala.

### Cursos de Capacitación UICN – ROAM

Encuesta de satisfacción.

A continuación señale por favor, en el recuadro correspondiente su valoración del curso en una escala de 1 a 5, donde 1 indica la puntuación más baja y 5 la más alta, en los siguientes aspectos

<b>Organización</b>		1	2	3	4	5
Organización del curso						
Condiciones del sitio para el aprendizaje						
Duración del curso						
Horario del curso						
Atención al alumno por parte de la organización / instructor						
<b>Proceso formativo</b>		1	2	3	4	5
Conocimientos adquiridos						
Metodología empleada						
Medios pedagógicos						
Materiales didácticos						
Medios de apoyo (vídeo proyector, computadores, etc.)						
<b>Evaluación global</b>		1	2	3	4	5
Cumplimiento de los objetivos del curso						
Aplicación del contenido en su área profesional						

Importancia del tema para su desarrollo profesional						
Opinión general del curso						
<b>Profesorado</b>		1	2	3	4	5
El profesor domina la materia						
Los contenidos se han expuesto con la debida claridad						

A continuación, agregue cualquier sugerencia o comentario sobre los aspectos generales del curso, la organización y la importancia de este tipo de cursos:

---



---



---



---



---