

Plantas Útiles de Colombia (PUC): una base de datos sobre el uso de la flora arbórea colombiana

Nataly Andrea Pimiento Quiroga

Trabajo de grado para optar al título de Bióloga

Director:

Björn Reu

Dr. rer. nat

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2017

Agradecimientos

A mi madre, por hacerme ver mediante su ejemplo, que la vida se le debe dedicar a aquello que le llene a uno el alma.

A mi padre, de quién heredé el amor por la naturaleza y el gusto por la música.

A mi director, por la confianza y la paciencia que me tuvo.

A mis amigos y familia, que con su apoyo lograron sacar la mejor versión de mí durante este camino, y a cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron en este proyecto y sin las cuales no habría sido posible culminarlo.

Mil gracias a todos ustedes.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. Metodología	17
2.1 Construcción de la base de datos	17
2.1.1 Estructuración de la base de datos.	17
2.1.2 Revisión y muestreo de datos.	18
2.2 Análisis de datos	18
2.2.1 Resumen de los datos, análisis estadístico descriptivo y manejo de un SIG.	18
2.2.2 Análisis de la importancia del uso	19
2.2.3 Análisis de relaciones entre los usos de las plantas y patrones geográficos y filogenéticos	20
3. Resultados	22
3.1 Resumen de los datos	22
3.2 Análisis estadístico descriptivo	22
3.3 Diferencias en la importancia del uso por grupos taxonómicos y familias	26
3.4 Diferencias en la importancia del uso por regiones y rangos altitudinales	27
3.5 Relación entre categorías de uso	29
3.6 Relación entre riqueza y usos por región	30
4. Discusión	31
4.1 Resumen de los datos	31

4.2 Análisis estadístico descriptivo	32
4.3 Análisis de la importancia del uso	33
4.4 Análisis de relaciones entre los usos de las plantas y patrones geográficos y filogenéticos.	34
5. Conclusiones	37
6. Recomendaciones	38
Bibliografía	39

Lista de tablas

Tabla 1. Categorías de uso presentes en la base de datos y su respectiva descripción	21
Tabla 2. Número de observaciones, especies, usos y referencias, por región biogeográfica.	25

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Número de especies y número de usos por grupo taxonómico y familia.	24
Figura 2. Porcentaje de usos por categoría, Grupo taxonómico y familias (las 9 con mayor número de usos).	24
Figura 3. Mapa con las regiones biogeográficas de Colombia (tomado del Catálogo de plantas de Colombia). Diagramas con el porcentaje de usos por región biogeográfica.	26
Figura 4. Diferencias en la media de los índices de valor de uso (UV) e importancia relativa (RI), entre grupos taxonómicos y familias.	28
Figura 5. Diferencias en la media de los índices de valor de uso (UV) e importancia relativa (RI), entre regiones y alturas (m.s.n.m).	29
Figura 6. Riqueza de especies vs número de usos por región.	30

RESUMEN

TÍTULO: PLANTAS ÚTILES DE COLOMBIA (PUC): UNA BASE DE DATOS SOBRE EL USO DE LA FLORA ARBÓREA COLOMBIANA*

AUTORA: NATALY ANDREA PIMIENTO QUIROGA**

PALABRAS CLAVE: PLANTAS ÚTILES, ETNOBOTÁNICA, COLOMBIA.

Durante miles de años los indígenas han usado las plantas, y han transmitido por generaciones su conocimiento tradicional acerca de ellas. Sin embargo, cambios globales en el uso de las tierras, se han convertido en amenazas para este conocimiento. El uso de la flora colombiana ha sido recopilado parcialmente y aún no está sistematizado. Con este fin, se estableció una base de datos con las características, sinonimias, usos de las plantas y la bibliografía utilizada. Posteriormente, mediante el software R, se realizó un análisis estadístico descriptivo a partir del cual se cuantificaron las especies, familias, y regiones con mayor número de usos, y su importancia relativa de uso mediante índices etnobotánicos (UV y RI). Por último, se realizó un análisis multivariado en el que se exploraron las relaciones entre las categorías de uso y una regresión lineal entre la riqueza de especies y el número de usos. Se encontró que el clado Rosidas, la familia Fabaceae y la especie *Oenocarpus bataua*, presentaron el mayor número de usos. Las categorías Medicinal y Construcción, fueron las más abundantes en la muestra, y las regiones de Andes, Amazonas y Pacífico, fueron las primeras en cuanto a número de usos y especies. Los índices de importancia mostraron que el clado de las Monocotiledóneas y las alturas entre los 1200 y los 1800, tuvieron las mejores medias. Se encontró una relación positiva ($R^2=0,87$) entre la riqueza de especies por región y el número total de usos, pues sugiere que las regiones más biodiversas son también las regiones en las que la gente más usa las plantas. Estos hallazgos podrían ayudar a implementar el uso de las plantas como estrategia para la conservación y uso sostenible de los bosques colombianos, especialmente cuando la compilación de este conocimiento se vuelva de libre acceso y de esfuerzo común.

*Trabajo de Grado

** Universidad Industrial De Santander, Facultad De Ciencias, Escuela De Biología. Director: REU, Björn, PH. D

ABSTRACT

TITLE: USEFUL PLANTS OF COLOMBIA: A DATA-BASE FOR EXPLORING THE RELATIONS BETWEEN PLANTS AND PEOPLE.*

AUTHOR: NATALY ANDREA PIMIENTO QUIROGA.**

KEYWORDS: USEFUL PLANTS, ETHNOBOTANY, COLOMBIA.

For thousands of years people have used plants for a diversity of purposes, such as medicine, alimentation, construction or clothing, and have transmitted this traditional knowledge over generations. Colombia is both, biologically and culturally diverse. However, this diversity is currently threatened by deforestation, development, and the expansion of agriculture and extractive industries. The usefulness of the Colombian flora has only been partially documented and there's no systematic compilation that would allow an in depth exploration about it. We used the recently published Catalogue of the plants and lichens of Colombia, and selected the 10100 arborescent species as backbone of the data-base. We compiled so far 4307 observations for 2298 tree species in 12 use categories from the literature. We found a total of 26869 uses, the distribution of which was analyzed over taxonomic groups, families and bioregions. Furthermore, we calculated ethnobotanical indices for identifying the most important families, taxonomic groups, bioregions and altitudes. The clade Rosids, the family Fabaceae, and the species *Oenocarpus bataua* exhibit the greatest number of uses. The use categories Medicinal and Construction were the most abundant ones in our sample and the bioregions of the Andes, Amazon and Pacific rank first when considering the total number of uses. The values for the ethnobotanical importance indices showed that the clade Monocots and the altitude between 1200 and 1800 m.a.s.l rank first. Interestingly, we found a strong relationship ($R^2=0.87$) between the species richness of a bioregion and the total number of uses, suggesting that the most biodiverse regions are also those where species are used more by people. Our findings may serve to support the plants and people strategy as avenue for the conservation and sustainable use of Colombia's forests, especially when the continuation of this knowledge compilation becomes openly accessible and a community effort.

*Degree Paper.

** Universidad Industrial De Santander, Facultad De Ciencias, Escuela De Biología. Director: REU, Björn, PH. D

Competencias de la pasantía de investigación

- Capacitarse en el manejo de bases de datos relacionales.
- Establecer una base de datos funcional con información sobre la utilidad de una fracción de la flora arbórea de Colombia.
- Realizar un resumen estadístico de los datos y manejar un sistema de información geográfico (SIG).
- Aplicar técnicas multivariadas para identificar las relaciones entre los usos de las plantas.

Introducción

La relación de los humanos con las plantas es ancestral. Según Porter (1981), los indígenas americanos han usado las plantas por más de 10000 años (como se cita en MacVean & Pöhl, 2002). Durante este tiempo, los indígenas han encontrado muchos usos en ellas y han transmitido este conocimiento tradicional de las plantas (CTP) en sus comunidades por generaciones (Schultes & Reis 1995; Schultes & Raffauf, 1992 y 1994). Varios investigadores se interesaron en este conocimiento, entre ellos el botánico estadounidense John William Harshberger, quien le acuñó el término “Etnobotánica” en 1895. Años después esta fue definida como el estudio de la relación e interacción entre las plantas y el ser humano (Balick & Cox, 1996).

Colombia es uno de los países más biodiversos en el mundo. Es el primer país en diversidad en aves (WRI, 2005) y orquídeas (Hassler & Rheinheimer, 2016), y el segundo en plantas (WRI, 2005); pero no solo es rico biológicamente, también ocupa el cuarto lugar en diversidad biocultural debido a su abundancia en lenguas nativas y grupos étnicos (Loh & Harmon, 2005). Sin embargo, cambios globales recientes en el uso de los suelos (Etter et al., 2008), la expansión de la frontera agrícola (Goldewijk & Ramankutty, 2004), la deforestación (Hansen et al., 2013), la pérdida de biodiversidad (Brooks et al., 2002), la pérdida de idiomas (Maffi, 2002), y la homogeneización biológica y cultural (Rozzi et al., 2003), se han convertido en amenazas para el CTP.

Específicamente la modernización, ha causado que disminuya el uso de las lenguas nativas en las comunidades indígenas y con ello ha habido una pérdida notable del CTP en estas comunidades (Benz et al., 2000). La anterior afirmación fue hecha también por Godoy & Bawa (1993), quienes además sugirieron que la erosión del conocimiento dependía del valor económico que se le daba al bosque, ya que si este no ofrecía muchos ingresos sería más fácil la

pérdida del conocimiento tradicional. Esto fue corroborado por Reyes-García et al (2007), quien encontró en un estudio experimental que el trabajo por jornales estaba asociado a un menor conocimiento de las plantas, mientras que la venta de productos obtenidos del bosque estaba asociada con un mayor conocimiento y habilidades etnobotánicas.

En el territorio colombiano hay 2404 especies de plantas medicinales, de las cuales 1656 son nativas del país u otros países del neotrópico (Bernal et al., 2011). El uso medicinal de la flora colombiana ha demostrado grandes beneficios no sólo a nivel antimicrobiano y antiviral, sino que también ha sido comprobada su eficacia neutralizadora del veneno de la serpiente *Bothrops atrox* (Otero et al., 2000), así como su efecto contra algunas enfermedades, entre ellas la malaria (Garavito et al., 2006) y la hipertensión (Guerrero et al., 2001). Cerca de 400 especies, son alimenticias, lo que quiere decir que podríamos consumir un fruto diferente cada día del año (Instituto Alexander von Humboldt, 2015). Además de lo anterior, las comunidades también han empleado las plantas para la construcción, ornamentación, artesanías, forraje, entre otros usos (Marín-Corba et al., 2005).

Según la Meta 18 de Aichi de la Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales (Secretary of the Convention on Biological Diversity, 2002) "Para 2020, se respetarán los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica". En otras palabras, se reconoce que existe una interrelación entre la conservación de la biodiversidad, la diversidad de culturas y prácticas locales para el uso sostenible de la biodiversidad (Lagos-Witte et al., 2011). Lo anterior permite afirmar que con el fin de conservar la biodiversidad en Colombia, es necesario recuperar el CTP, pues la pérdida de conocimiento

tradicional compromete el valor que le damos a los recursos naturales (Reyes-García et al., 2007).

En el país existen más de 22000 especies de plantas de las cuales 10100 tienen hábito arbóreo (Bernal, 2015). Los bosques proveen servicios ecosistémicos entre los que se encuentran la producción de frutos, madera, semillas y otros servicios vinculados al bienestar humano (Gómez et al, 2016). Colombia cuenta con 61 millones de hectáreas de bosques, que equivalen al 53.5 % del territorio continental, de los cuales el 47.53 % se encuentra en territorios de comunidades (Victorino, 2012). En estudios recientes se ha estimado que un 65 % de la cobertura boscosa del país ha sido transformada (Bello et al., 2014). De acuerdo con Etter et al. (2008), los conductores contemporáneos del cambio de cobertura del suelo a nivel nacional son la globalización, el cambio tecnológico, el aumento de la migración a los centros urbanos, y los cultivos ilícitos, que según los autores, han hecho que los sistemas agrícolas tradicionales sean económicamente insostenibles debido a las cambiantes demandas del mercado y al alto costo de la tecnología. A raíz de esto, se hace necesario devolverle valor al bosque y a su uso tradicional. Esto podría lograrse mediante una recopilación del uso de la flora arbórea en el país, con la que se podría demostrar y comunicar mejor el valor de la flora arbórea colombiana.

A la fecha, la información acerca del uso de las plantas se encuentra dispersa en artículos y libros acerca de localidades o regiones específicas. Establecer una base de datos en la que se pueda sistematizar el CTP por categorías de uso, podría ayudar a recopilar esta información a gran escala. En este estudio se pretende comenzar con la recopilación del uso de especies arbóreas y, además, hacer un análisis estadístico a partir de los datos obtenidos.-En la literatura hay estudios que se encargan de hacer evaluaciones cuantitativas de los valores de uso de las plantas mediante encuestas que registran los diferentes tipos de uso que les da la comunidad

(Marín-Corba et al., 2005; Macia et al., 2011; Fonnegra & Villa, 2011). Sin embargo, el potencial de utilidad de las plantas no ha sido abordado. Es decir, no se conocen las posibles relaciones que pueden haber entre los usos de las plantas, qué categorías de uso son las más recurrentes, ni los taxones y regiones más diversos en uso para la flora arbórea del país.

Una base de datos que contenga la información sobre el uso de las especies arbóreas en el país serviría como fundamento para la bioexploración y el aprovechamiento de estas especies. El análisis exploratorio de los datos permitiría identificar las especies con mayor uso, y la información obtenida podría ayudar a formar una bioeconomía basada en el desarrollo sustentable en el país y orientada a los mercados verdes, además de impulsar a la conservación de la biodiversidad de las plantas útiles. En este estudio se concretará el diseño de una base de datos sobre las plantas útiles de Colombia (PUC) y se hará un análisis estadístico con una fracción de la flora arbórea país.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Recopilar y analizar información existente acerca del uso de la flora arbórea en Colombia.

1.2 Objetivos específicos:

- Establecer una base de datos que permita unificar la información sobre la utilidad de especies arbóreas en Colombia.
- Mostrar la distribución geográfica de la información bibliográfica usada.
- Analizar la proporción de usos según grupos taxonómicos y regiones biogeográficas.
- Explorar a partir de análisis multivariados las posibles relaciones entre categorías de uso y grupos taxonómicos.

2. Metodología

2.1 Construcción de la base de datos

2.1.1 Estructuración de la base de datos.

Se obtuvieron los nombres completos de las especies y sus características (Región biogeográfica, elevación mínima y máxima, familia, género y sinonimias) mediante una búsqueda por hábitos (árbol, arbolito y arbusto) en el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal et al., 2015). Se tuvieron en cuenta las categorías de uso propuestas por Peñuela y Jiménez (2010), además de la categoría de uso industrial (Tabla 1). El tratamiento de los sinónimos se llevó a cabo usando la información suministrada en el catálogo de plantas, que usa el “Sistema integrado de información taxonómica” (ITIS, 2016) y por el “Taxonomic Name Resolution Service” (Boyle., 2013), que usa la base de datos trópicos (Missouri Botanical Garden, 2016). Por último, para la asignación al nivel de grupo taxonómico, se tuvo en cuenta la clasificación de “The Angiosperm Phylogeny Group” (APG, 2016). La información anterior se separó en cuatro hojas de cálculo en excel, una de ellas contiene las “Características” de las especies, las cuales son: Elevación mínima y máxima, hábito, grupo taxonómico, familia, y bioregión; otra de las hojas contiene las 12 categorías de uso de las plantas (Tabla 1) en una matriz de presencia-ausencia, la tercera hoja de cálculo contiene las citas de la bibliografía de donde se obtuvieron los usos, cada una con un identificador en secuencia numérica, y la última hoja de cálculo contiene los sinónimos de las especies. Es necesario aclarar que por cada especie puede haber varias observaciones, pues cada fuente bibliográfica usada es equivalente a una observación. Posteriormente se diseñó el esquema de la base de datos usando el software de bases de datos relacionales MySQL Workbench (versión 6.3.6) para Linux.

2.1.2 Revisión y muestreo de datos.

Para la recopilación de información se tuvo como criterio dar prioridad a la sistematización de bibliografía de las floras nacionales (general) y posteriormente a la bibliografía regional y departamental. Los libros se encontraron en el centro de documentación del Herbario-UIS y en la biblioteca de la “Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria” (CORPOICA). Con el fin de tener en cuenta material digital, se hizo una búsqueda en las bases de datos “Web of Science” (WoS, 2016) y “Kew Bibliographic Database” (KBD, 2016), entre los años 1980 al 2015, con “Etnobotánica”, “Plantas útiles” y “Colombia”, como palabras clave. Además, se descargó la información disponible en el Catálogo de la biodiversidad de Colombia (SiB Colombia, 2016), acerca del uso de árboles. Se utilizó una categorización binaria para reportar el uso de las especies en cada categoría y se hicieron entradas independientes por cada observación de la especie en una fuente bibliográfica diferente.

2.2 Análisis de datos

2.2.1 Resumen de los datos, análisis estadístico descriptivo y manejo de un SIG.

Para hacer el análisis estadístico descriptivo, fue necesario unir la información contenida en las tablas “Usos” y “Características”. Además, se tuvo que convertir la presencia de las especies en las diferentes regiones a código binario y discretizar las elevaciones. Para esto se calculó la media entre la elevación mínima y máxima por especie, y posteriormente con la fórmula de Sturges ($K = 1 + 3.3 \times \ln(\# \text{ de datos})$), se calculó el número de intervalos de clase y con este valor se pudo hallar la amplitud ($\text{max} - \text{min} / K$) de los intervalos. La anterior información se recopiló en el mismo archivo y se obtuvo una tabla que contenía: Especie, grupo taxonómico, familia, rango altitudinal, regiones biogeográficas y los 12 usos de las especies. Para cada especie había

varias observaciones, así que se hizo una agregación por especie, tomando la suma de cada uso por especie y se obtuvo una sola entrada por especie. A partir de esta tabla, se cuantificó el número total de usos por categorías, grupos taxonómicos, familias y regiones. Después se procedió a cuantificar el porcentaje de usos totales para cada categoría de uso, para las familias con mayor número de usos y para los grupos taxonómicos. Aparte de esto, también se calculó el porcentaje de uso por categoría para cada región biogeográfica y se representaron estos resultados en diagramas de torta y barras. Por último, se digitalizó y rasterizó por medio del software QGIS (QGIS Development Team, 2016) un mapa de las regiones biogeográficas del país, obtenido a partir de una imagen del Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.

2.2.2 Análisis de la importancia del uso

Se calculó la importancia relativa del uso de las especies por medio de dos índices etnobotánicos:

1. Índice de valor de uso (UV), donde $UV = \text{Número de usos por especie} / \text{Número de informantes}$ (Albuquerque et al., 2006), en este caso el número de informantes es el número de referencias utilizadas por especie; 2. Índice de importancia relativa (RI), calculado usando la fórmula $RI = NUC$ (adaptado de Albuquerque et al., 2006), donde $NUC = \text{Número de categorías de uso} / \text{Número de categorías de uso de la especie más versátil}$ (especie con mayor número de categorías de uso). A partir de estos datos, se calculó la media y la desviación estándar de los índices por diferentes agrupaciones (grupo taxonómico, familia, rango altitudinal y región) y se graficaron los resultados mediante barras de error, teniendo en cuenta las nueve familias con mejores medias. Se descartó una distribución normal mirando los histogramas hechos a partir de los índices ya calculados por agrupación. Después, se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis para saber si existían diferencias significativas entre las medias de los índices y posterior a esta se

aplicó una prueba Conover-Iman, con el fin de determinar en donde se encontraban las diferencias. Al final, se hizo una correlación de Spearman para determinar si los índices estaban relacionados entre sí.

2.2.3 Análisis de relaciones entre los usos de las plantas y patrones geográficos y filogenéticos

Con el fin de realizar el análisis multivariado, se calculó el índice de fidelidad para cada uno de los usos por especie ($FL = I_p / I_u \times 100$, donde I_p es el número de informantes que citan a la especie para un uso determinado y I_u es el número total de informantes que menciona la especie en cualquier uso), y a partir de estos datos se creó una matriz de distancias calculada mediante el índice de disimilaridad de Bray-Curtis. Se escogió el índice de Bray-Curtis porque se buscaba medir la asociación entre categorías teniendo en cuenta la presencia y descartar el “problema del doble cero”, que se da al usar coeficientes simétricos (ej: distancia euclidiana). Por esta misma razón se prefirió hacer un NMDS (análisis no paramétrico) en vez de un PCA (análisis lineal). El análisis se corrió en dos dimensiones y con 999 permutaciones. Se esperaba encontrar posibles relaciones entre las categorías de uso de las especies y los grupos filogenéticos. También se quiso determinar, mediante una regresión lineal, si había una relación entre la riqueza de especies y la cantidad de usos reportados para cada una de las regiones biogeográficas. El análisis estadístico fue hecho por medio del Software R (R Development Core Team, 2008).

Tabla 1. Categorías de uso presentes en la base de datos y su respectiva descripción

Categoría de uso	Descripción
Alimento animal	Especies que sirven de alimento a los animales del bosque en general.
Artesanal	Incluye especies utilizadas como fibras para cestería, pulpa para elaboración artesanal de papel, semillas, utensilios domésticos y herramientas.
Alimento humano	Incluye especies usadas como comestibles.
Combustible	Especies utilizadas para leña o carbón.
Construcción	Especies maderables, usadas en ebanistería, elaboración de postes, o en construcción de techos de viviendas.
Cultural	Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales
Ecológico	Especies que protegen nacimientos de agua, los suelos contra erosión o que son fijadoras de macronutriente, o que se utilizan en restauración.
Forraje	Especies que sirven como alimento para el ganado.
Industrial/importancia económica	Incluye especies que son usadas en la industria (textil, papel), cosmética, perfumes.
Medicinal	Especies usadas para tratar o prevenir enfermedades.
Ornamental	Incluye especies con uso actual o potencial en decoración de espacios como jardines y diseños paisajísticos.
Tóxico	Especies empleadas como veneno para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o animal.

Nota: Adaptado de Peñuela y Jiménez, 2010.

3. Resultados

3.1 Resumen de los datos

Se obtuvo un total de 4307 registros (observaciones) en la base de datos, para 2298 especies. El 44% de las especies tuvo un solo uso, el 20% tuvo dos usos. La especie con el mayor número de categorías de uso fue *Spondias mombin* L., con 11/12 categorías, le siguieron *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp, con 10/12 categorías. A nivel de especie se destacaron *Oenocarpus bataua* Mart. (42 usos), *S.mombin* (38 usos), *Guazuma ulmifolia* Lam. (37 usos), *Mauritia flexuosa* L.f. (36 usos) y *G.sepium* (33 usos).

Los resultados obtenidos al evaluar la importancia de las especies mediante los índices difirieron un poco entre sí. Las especies con mayor valor de uso (UV) fueron *Bactris balanophora* Spruce. (7), *Cassia leiandra* Benth. (7), *Dipteryx rosea* Spruce ex Benth. (6), *Mouriri guianensis* Aubl. (6), y *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer. (5,5), pertenecientes a la familia Arecaceae, excepto *M. guianensis* (Melastomataceae), *C.leiandra* y *D.rosea* (Fabaceae). Mientras que el RI más alto fue para la especie *S.mombin* (1), seguido por el de *C.pentandra* (0,9) y *G.sepium* (0,9).

3.2 Análisis estadístico descriptivo

Los grupos taxonómicos con mayor número de usos fueron: Rosidae (4330 usos), Asteridae (1747 usos) y Monocotiledóneas (790 usos). Se registraron usos para 155 familias; el número de usos fue mayor en las familias Fabaceae (1060 usos), Arecaceae (728 usos) y Malvaceae (351 usos). Se logró observar que las familias y grupos taxonómicos con mayor número de usos, fueron también los que tuvieron mayor número de especies, excepto el grupo de las

Monocotiledóneas, que pesar de tener menos especies representadas en el muestreo, tuvo mayor número de usos que el grupo Magnolidae (Fig. 1).

Las categorías de uso que registraron mayor diversidad de especies, fueron, Medicinal, con 21% (1120 spp), Construcción 18% (978 spp), Combustible 11% (570 spp), Ornamental (542 spp) y Comestible humano (515 spp) con el 10% de los usos (Fig. 2). Mientras que las categorías de uso Tóxico, Industrial, y Forraje, estuvieron poco representadas (2%). Este mismo patrón fue observado en los porcentajes de uso de grupos taxonómicos y familias.

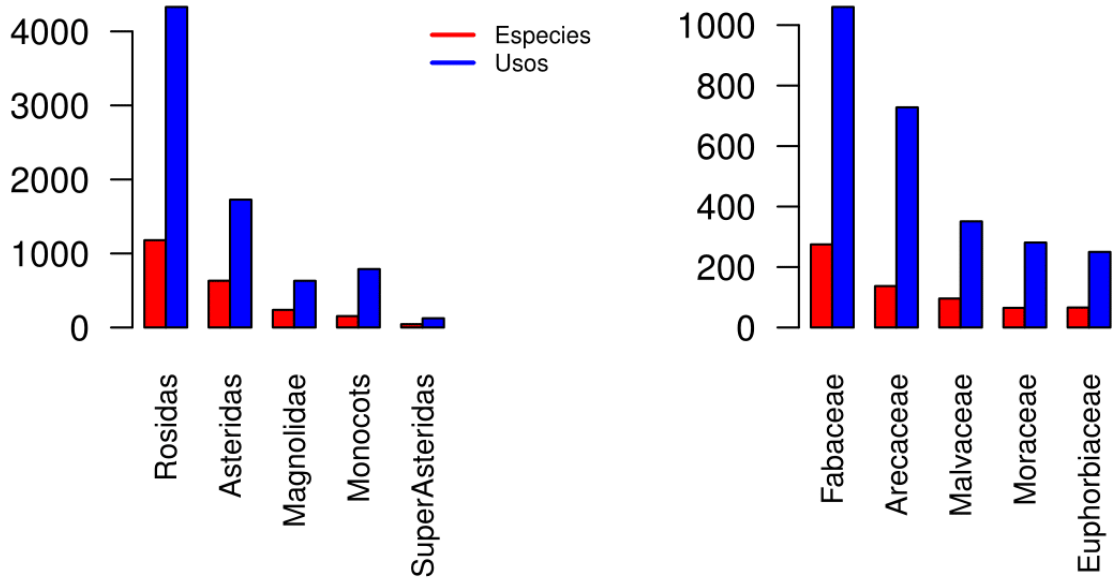


Figura 1. Número de especies y número de usos por grupo taxonómico y familia.

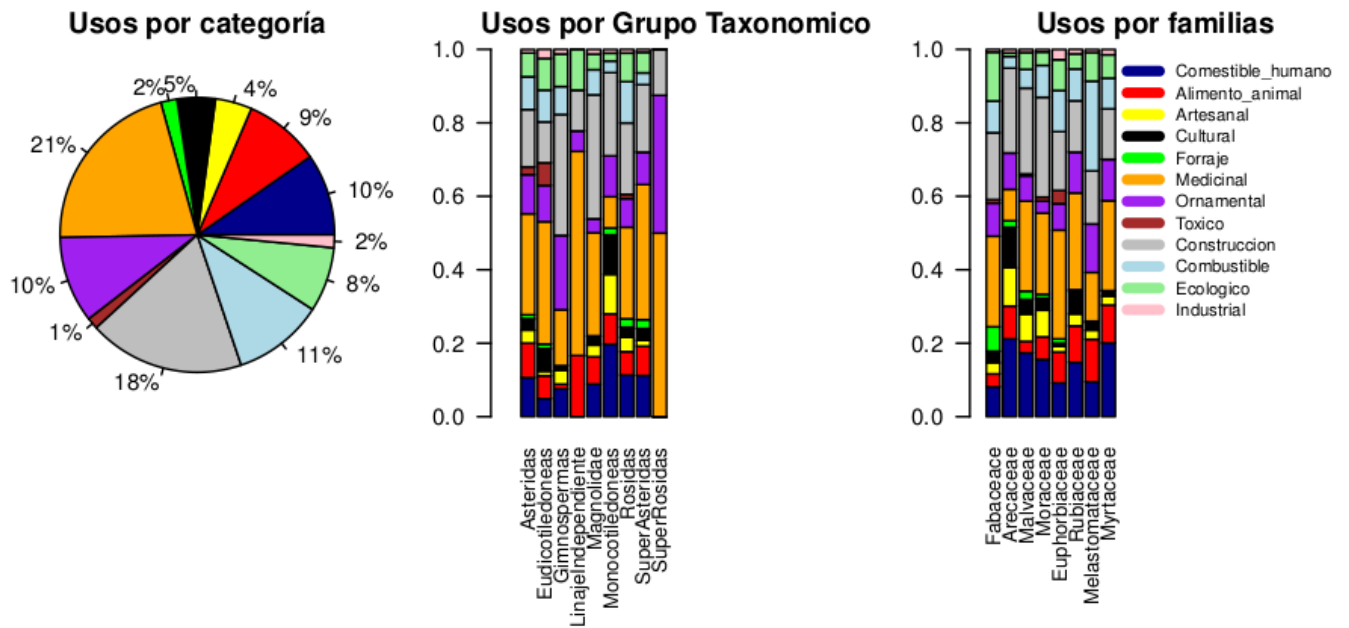


Figura 2. Porcentaje de usos por categoría, Grupo taxonómico y familias (las 9 con mayor número de usos).

Las regiones Andina, Amazónica y Pacífica, fueron las regiones con mayor número de especies, usos por especie, y registros en la bibliografía (Tabla 2). Las categorías Medicinal, Construcción, Combustible, Ornamental y Comestible humano, fueron las de mayor porcentaje de uso en la mayoría de las regiones. En contraste, se reportó un porcentaje de uso bajo para las categorías Industrial y Tóxico (Fig. 3).

Tabla 2. Número de observaciones, especies, usos y referencias, por región biogeográfica.

Región	nObs	Sps	Usos	nRef
Andes	2850	1438	5345	22
Amazonia	2213	972	3932	20
Pacifica	2032	871	3658	16
Valle del magdalena	1811	746	3387	12
Llanura del caribe	1416	604	2644	16
Orinoquia	1413	565	2718	13
Guayana y Macarena	1185	511	2218	12
Valle del cauca	958	364	1884	13
Sierra Nevada	586	243	1083	12
Colombia	4307	2298	26869	45

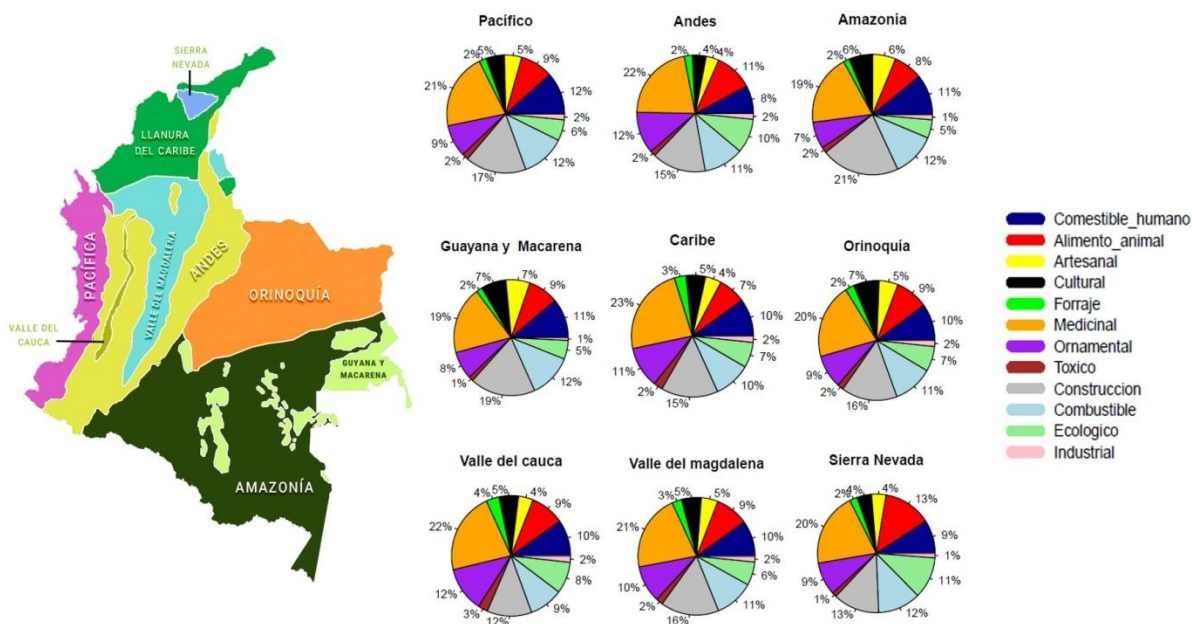


Figura 3. Mapa con las regiones biogeográficas de Colombia. Diagramas con el porcentaje de usos por región biogeográfica.

Nota: adaptado del Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (2015).

3.3 Diferencias en la importancia del uso por grupos taxonómicos y familias

La desviación estándar para ambos índices fue mayor entre grupos taxonómicos y la media fue mayor entre familias. Se observaron diferencias significativas entre los grupos taxonómicos ($p < 0,05$), más no entre las familias seleccionadas ($p > 0,05$). Las mayores diferencias significativas entre grupos taxonómicos se dieron entre Monocotiledóneas-Magnolidae, Rosidas-Magnolidae, Monocotiledóneas-Asteridas ($p < 0,001$). Los grupos taxonómicos con mayores medias para UV y RI, fueron las Monocotiledóneas y las Eudicotiledoneas, mientras que las familias con altas medias de UV fueron diferentes a las de RI, excepto por las familias Betulaceae y Escalloniaceae, que tienen valores altos para ambos índices (Fig. 4).

3.4 Diferencias en la importancia del uso por regiones y rangos altitudinales

El rango altitudinal en el que se distribuyeron las especies registradas fue entre los 0 y los 3600. Se encontraron diferencias significativas para ambos índices en las medias de los rangos altitudinales ($p < 0,001$) y las medias de las regiones ($p < 0,001$). Varias de las regiones y rangos mostraron diferencias significativas entre sí, las que obtuvieron los valores de mayor significancia fueron las regiones Andes-Orinoquia, Cauca-Andes y Pacífico-Cauca ($p = 0,000$). El rango de altura entre 1500-1799 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), presentó diferencias significativas con los rangos entre 0-299, 300-599 y 600-899 m.s.n.m. Mientras que los rangos de altura entre 3000–3299 y 3300–3600 m.s.n.m, presentaron diferencias significativas con todos los demás rangos de altura. La mayor media para ambos índices entre regiones fue para Cauca y Orinoquía y la mayor media entre rangos altitudinales fue para los rangos entre 1500-1799 y 1200-1499 m.s.n.m (Fig. 5). Los índices estuvieron fuertemente correlacionados ($r = 0,89$), esto demostró que hay un comportamiento similar entre ellos.

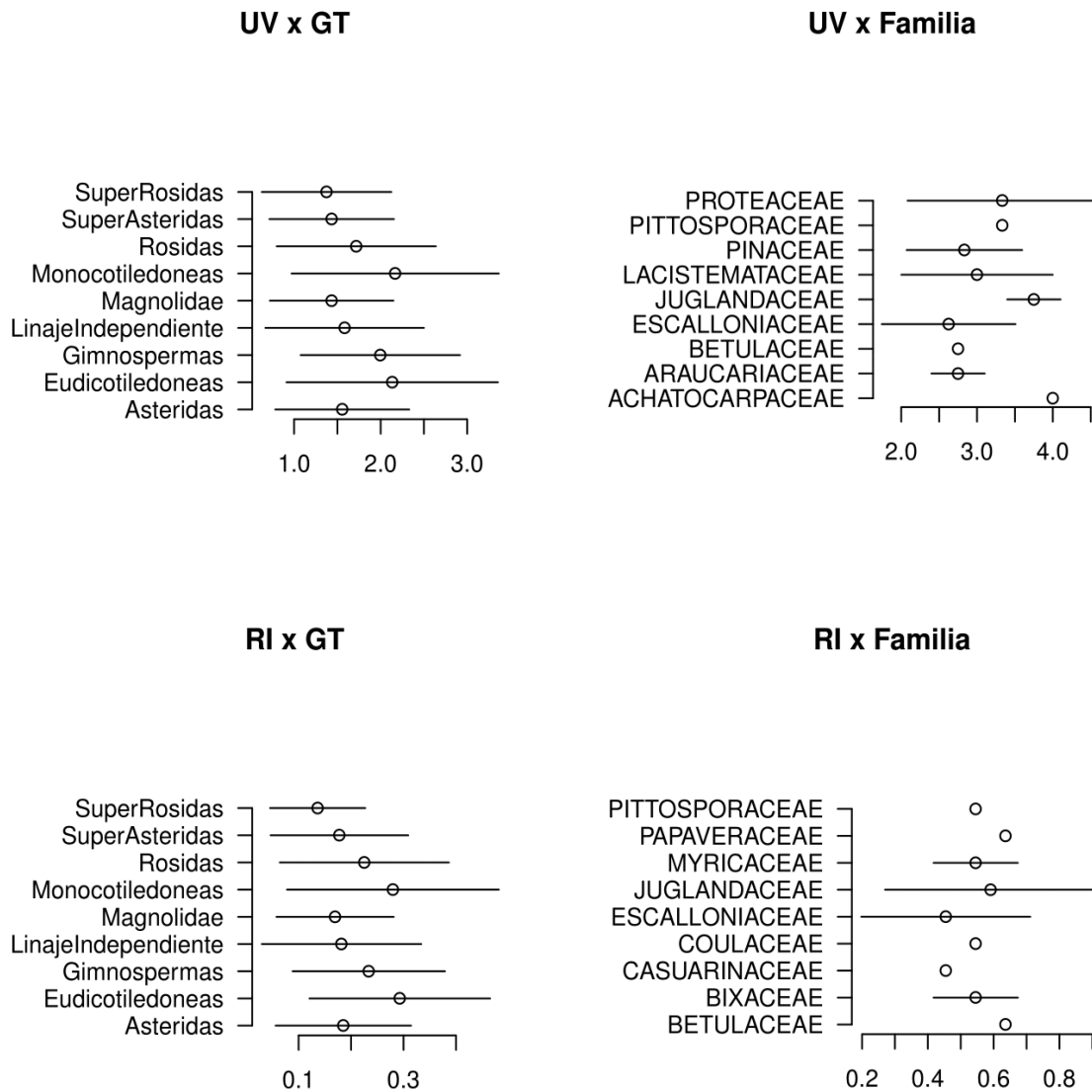


Figura 4. Diferencias en la media de los índices de valor de uso (UV) e importancia relativa (RI), entre grupos taxonómicos y familias.

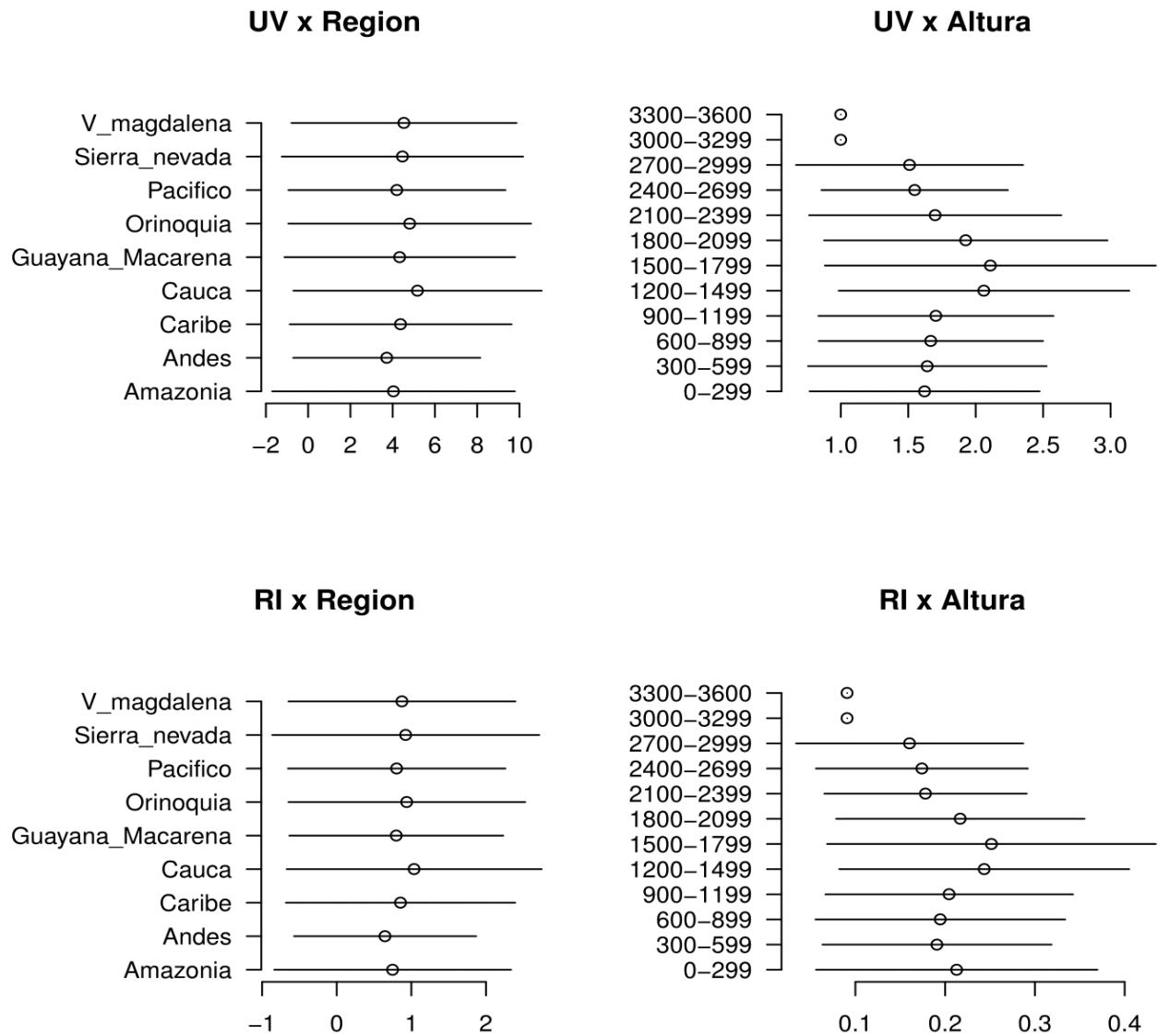


Figura 5. Diferencias en la media de los índices de valor de uso (UV) e importancia relativa (RI), entre regiones y alturas (m.s.n.m).

3.5 Relación entre categorías de uso

El análisis multivariado empleado (NMDS), dio lugar a dos resultados importantes. El primero de ellos fue que había una relación entre varias de las categorías de uso, mientras que el segundo

fue que no existía una relación entre categorías de uso y grupos taxonómicos (no se observó un patrón de distribución claro en los colores representados en la gráfica). Para las categorías de uso se encontraron las siguientes relaciones: Combustible - Artesanal, Alimento animal - Ecológico, Industrial - Cultural - Forraje, y Medicinal - Tóxico, estuvieron relacionadas positivamente, mientras que Construcción - Comestible humano, estuvieron relacionadas negativamente, y las categorías Medicinal-Construcción no tuvieron relación alguna entre sí. El análisis tuvo un $\text{stress}=0,12$, valor que permite hacer una interpretación del mismo (Fig. 5).

3.6 Relación entre riqueza y usos por región

Hubo una clara relación entre el número de especies por región y el número total de usos por región (Fig. 6). En la gráfica se observó un aumento en el número de usos al haber un aumento en la riqueza de especies por regiones, excepto para la región de Llanura del caribe, que presentó menos usos que Orinoquía a pesar de tener un mayor número de especies.

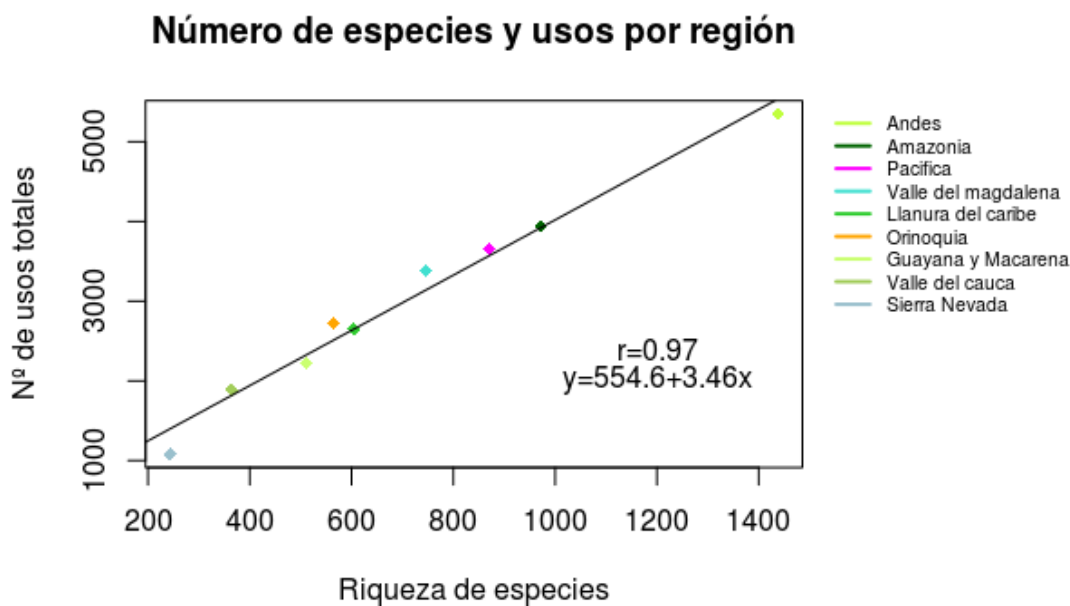


Figura 6. Riqueza de especies vs número de usos por región.

4. Discusión

4.1 Resumen de los datos

El muestreo representó aproximadamente 20% de las especies arbóreas reportadas para el país (según el catálogo de plantas y líquenes de Colombia) en el año 2015. El gran número de usos para los grupos Rosidas y Asteridas, puede estar relacionado con que varias familias pertenecientes a estos grupos, como lo son las familias Fabaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae y Melastomataceae, son conocidas por su alto uso medicinal (Bernal, 2011), y esta es la categoría mejor representada en la base de datos. También podría estar relacionado con que estos dos grupos taxonómicos son los que tienen la mayor cantidad de especies, Rosidas tiene 1180 y Asteridas 632 (Fig. 1), y podría estarse presentando una relación entre el número de especies y el número de usos, como se comprobó entre regiones (Fig. 7).

Las familias Fabaceae y Arecaceae (Fig. 1), también fueron reportadas como las familias con mayor número de usos en un estudio hecho por Galeano (2000) en el pacífico. La familia Arecaceae, es reconocida por sus múltiples usos, pues de estas plantas se extrae aceite que se usa para consumo humano, son importantes en la construcción, elaboración de artesanías, entre otras categorías de uso (Macia et al., 2011). *O. bataua*, llamada comúnmente “Milpesos”, ha sido reconocida como una especie con un potencial de uso extraordinario (Bernal & Galeano., 2013) y se encuentra distribuida en la mayor parte del territorio nacional. Mientras que el gran número de usos para la familia Fabaceae, se debe a que las leguminosas, junto con los cereales, han sido un alimento básico durante milenios y su uso ha estado asociado a la evolución humana (Burkart, 1987). Según Young (2016) los humanos han transformado procesos ecológicos y evolutivos en algunos taxa, dando lugar al desarrollo de especies útiles. De manera que la gran cantidad de usos y especies que se reportan para estas familias, se puede deber a que han sido domesticadas

durante miles de años y actualmente son cultivadas debido a su utilidad, a lo largo del territorio colombiano.

Las especies con altos valores de UV fueron diferentes a las que presentaron altos valores de RI. Lo anterior también fue observado en el estudio de Albuquerque et al. (2006), quienes encontraron pequeñas diferencias entre ambas técnicas a pesar de la correlación que había entre los índices. Según los autores esto se debe a que el RI, da más importancia a especies con elevado número de usos, sin tomar en consideración el número de informantes, mientras que la técnica del UV está muy influenciada por el número de informantes y esto hace que especies con muchos usos citados por un sólo informante, obtengan valores altos para este índice.

4.2 Análisis estadístico descriptivo

Que el uso medicinal fuera el mayor reportado no fue una sorpresa (Fig. 2), pues este uso ha sido de gran interés y está recopilado ampliamente en publicaciones como las del Ministerio de la Protección Social de Colombia (2008) y Bernal et al. (2011). Al ser este un estudio acerca de árboles, se esperaba que el uso para la construcción fuera uno de los de mayor importancia, como también lo ha sido en estudios como los de Galeano (2000) y Valois-Cuesta (2013), entre otros estudios hechos en parcelas permanentes en el país. Que se destacaran categorías como Alimento humano, Construcción y Cultural podría estar relacionado con que la mayoría de los usos dentro de estas categorías están ligados a prácticas de subsistencia (Cámara-Leret et al., 2014), haciendo indispensable su uso para las comunidades.

Al ser Andes y Amazonía, las regiones más reportadas en la bibliografía (Tabla 2), es consecuente que sean las de mayor cantidad de usos. Arbeláez-Cortés (2013) encontró en su revisión acerca de los estudios de biodiversidad hechos en el país durante los años 1990 - 2011;

que en el área de botánica, Amazonas y algunos departamentos de la región andina (Cundinamarca y Antioquia) presentaron la mayor cantidad de registros. Esto coincide con los resultados obtenidos y además puede estar vinculado con la relación encontrada entre riqueza de especies y usos por región, pues justamente en las regiones con mayor número de especies reportadas, se encontró un mayor número de usos (Fig. 6).

4.3 Análisis de la importancia del uso

Las diferencias entre grupos taxonómicos fueron significativas porque esta clasificación es mucho más grande que la de familia. Además, los grupos taxonómicos presentaron más observaciones que las nueve familias seleccionadas y con más observaciones se hacía más probable encontrar diferencias significativas (Figura 4). Algunas familias presentaron medias altas debido a que estuvieron representadas por sólo una observación y por la misma razón no presentaron desviación estándar. Para evitar que familias con pocas observaciones obtuvieran altos valores en los índices, Galeano (2000) calculó la suma de los UV por familia (UVFs) y no dividió este valor por el número de especies, ya que consideró que de esta manera hacía énfasis en las familias más diversas. Sin embargo, en este estudio se pretendía determinar si había diferencias en la media de la importancia relativa del uso (UV y RI) entre agrupaciones (familia y grupo taxonómico), y esto pudo ser confirmado para los grupos taxonómicos mediante el análisis de varianza y el test a posteriori. Las monocotiledóneas se destacaron en ambos índices, dentro de ellas se encuentra el grupo de las palmas, reconocido por sus múltiples usos (Macia et al., 2011; Mesa y Galeano, 2013;

Valois-Cuesta, 2013) y del cual hacen parte *Oenocarpus bataua* y *Mauritia flexuosa*, unas de las especies con mayor número de usos en esta base de datos.

Que se presentaran diferencias significativas más altas entre la media de las alturas, pudo deberse a que los rangos más altos (3000-3299 y 3300-3600 m.s.n.m), presentaron medias bajas debido a que su número de observaciones fue muy pequeño, alejándose de esta manera del promedio. Las regiones Andes-Cauca y Cauca-Pacífico presentaron diferencias significativas ($p < 0.001$) tanto en los valores de UV, como en los valores de RI (Fig. 5). Soportando que los dos índices están relacionados como se encontró en el estudio realizado por Albuquerque (2006). Según Olson y Dinerstein (2002), el bosque montano tropical (1000-3500 m.s.n.m) es una de las principales zonas a conservar debido a su riqueza biológica y alto nivel de endemismo, fue precisamente dentro de esta zona, donde se encontró el rango de altura de mayor media para ambos índices (1500- 1799 m.s.n.m) y presentó diferencias significativas con los rangos 0-299, 300-599 y 600-899 m.s.n.m. Por último, las regiones Cauca y Orinoquía lograron las mayores medias para ambos índices debido una vez más, a su baja cantidad de observaciones. Resultados como el anterior, se deben a que ambas técnicas pueden ser similarmente afectadas por informantes individuales que citen a una especie con intensidad (Albuquerque, 2006).

4.4 Análisis de relaciones entre los usos de las plantas y patrones geográficos y filogenéticos.

En el análisis multivariado no se notó una señal filogenética en el uso de las plantas, es decir, no hubo grupos taxonómicos relacionados específicamente con una categoría de uso (Fig. 6). Esto podría deberse a que todas las especies comparten variantes del mismo hábito y demuestra, además, la diversidad de usos dentro del mismo. Quizá si se trabajara con diferentes tipos de hábito en el estudio, se podrían observar algunas agrupaciones entre los usos y los hábitos. La relación entre las categorías Medicinal y Tóxico puede deberse a que cualquier planta medicinal

es potencialmente tóxica y esta toxicidad depende de la dosis usada (Otaiza, et al., 2006). La no relación entre las categorías medicinal y construcción, y la relación negativa entre las categorías construcción y comestible humano, también había sido observada por Valois-Cuesta et al. (2013) en un estudio con palmas en el pacífico colombiano, y es interesante confirmarla en un estudio más general como este. Por último, el valor de stress del análisis multivariado (0,12), indicó que la reducción de 12 a 2 dimensiones produjo una configuración razonable y un patrón general que puede ser bien interpretado, sin embargo, los detalles deben ser interpretados con cuidado (Zuur, 2007). Por esta razón, en este caso sólo se interpretaron patrones generales.

Hubo una relación positiva entre el número de usos y especies por región, se observó que el número de usos aumentaba a medida que aumentaba el número de especies (Fig. 7). Se esperaba que las regiones de Andes y Amazonas presentaran los mayores valores debido a que son estas mismas regiones, las que están mejor representadas en el muestreo bibliográfico realizado (Tabla 2). Mientras muchas especies de ciertas regiones se encontraron en su mayoría en bibliografía general, para estas dos regiones se podían encontrar recopilaciones más específicas como las hechas por el instituto SINCHI (Cárdenas et al., 2004, 2007; Camacho et al., 2002) acerca de departamentos y localidades en la Amazonía, y libros específicos acerca de la flora andina (Bartholomaus et al., 1990; Cardozo et al., 2009; Ramírez et al., 2008). Además, los centros de diversidad de plantas de los andes orientales tropicales (Andes- Amazonía) y de Costa Rica-Chocó; entran en la categoría de más de 5000 especies por cada 10000 km² (Rafiqpoor et al., 2005), lo cual explica la gran diversidad de árboles reportados en la base de datos para esas regiones. En este estudio se encontró que las bioregiones Andes, Amazonas y Pacífico (pertenecientes a los centros de diversidad anteriormente nombrados), son también las regiones

con mayor número de usos. Lo anterior lleva a pensar que los lugares del país con gran diversidad de plantas, son también los lugares más ricos en diversidad cultural.

Para finalizar, es necesario destacar que durante el paso de los años, se han implementado diversas estrategias para la conservación de la diversidad en la tierra. Por ejemplo, con el fin de alcanzar la sostenibilidad en los bosques tropicales, se han propuesto paradigmas que permitan dar un manejo diferente a estos. El paradigma del bosque doméstico, integra el concepto de un manejo de tierras en el que la producción y conservación son compatibles y en el que no hay que escoger entre el hombre y la naturaleza, manteniendo simultáneamente la biodiversidad nativa y la cultura de las poblaciones locales (Michon et al., 2007). En el país, sólo el 7% de los documentos científicos existentes acerca de los bosques, abordan su uso por parte de comunidades (Gómez et al., 2016). El enfoque de conservar los bosques teniendo en cuenta las prácticas y el valor que le dan las comunidades, hace pertinente que se siga recopilando la información acerca del CTP en el país. Por esta razón, se pretende que la base de datos PUC, esté disponible en línea, para que sea consultada y ampliada por parte de otros investigadores.

5. Conclusiones

La flora arbórea del país tiene una amplia diversidad de usos y su importancia varía entre regiones, alturas, familias y grupos taxonómicos. El que no se hallara un patrón de asociación entre grupos taxonómicos y categorías de uso en el análisis, mostró que hay una amplia diversidad de uso en las especies de hábito arbóreo que se encuentran en Colombia. Por último, las regiones con mayor diversidad biológica fueron las mismas que presentaron mayor cantidad de usos.

6. Recomendaciones

Se considera necesario seguir recopilando información acerca del uso de las plantas, porque hay un gran potencial de mercados alternativos en estas que de la mano con estudios acerca de la fenología y de los componentes que caracterizan su uso, podrían facilitar su conservación y aprovechamiento.

Bibliografía

- Albuquerque, U. P., Lucena, R. F., Monteiro, J. M., Florentino, A. T., & Cecília de Fátima, C. B. R. (2006). Evaluating two quantitative ethnobotanical techniques. *Ethnobotany Research and Applications*, 4, 051-060.
- Albuquerque, U. P., Silva, J. S., Campos, J. L. A., Sousa, R. S., Silva, T. C., & Alves, R.
- Arbeláez-Cortés, E. (2013). Knowledge of Colombian biodiversity: Published and indexed. *Biodiversity and Conservation*, 22(12).
- Balick, M. J., & COX, A. (1996). Plants that heal; people and culture: The science of ethnobotany. *Scientific american library*, 73, 25-61.
- Bartholomaeus, A., De la Rosa Cortes, A., Santos Gutierrez, J. O., Acero Duarte, L. E., & Moosbrugger, W. (1990). El manto de la tierra. Flora de los Andes. Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez, CAR. GTZ. KFW. Ediciones Lerner Ltda. Bogotá.
- Bello, J.C., Báez, M., Gómez, M.F., Orrego, O. y Nägele, L. (2015) Biodiversidad 2014: Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia
- Benz, B. F., Cevallos, J., Santana, F., Rosales, J., & Graf, S. (2000). Losing knowledge about plant use in the Sierra de Manantlan biosphere reserve, Mexico. *Economic Botany*, 54(2), 183-191.
- Bernal, R. y G. Galeano (Eds.). (2013). Cosechar sin destruir - Aprovechamiento sostenible de palmas colombianas. Facultad de Ciencias-Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.
- Boyle, B. Hopkins, N., Lu, Z., Garay, J. A. R., Mozzherin, D., Rees, T., & Lowry, S. The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names. *BMC Bioinformatics* 14(1),16.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., Rylands, A. B., Konstant, W. R., ... & Hilton-Taylor, C. (2002). Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation biology*, 16(4), 909-923.
- Burkart, A. Leguminosas (s.f). In: Dimitri, M. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo I. Descripción de plantas Cultivadas. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires, 467-536.
- Camacho, R. L., & López, D. C. (2002). Manual de identificación de especies maderables objeto de comercio en la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas" SINCHI".
- Cámara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Balslev, H., & Macía, M. J. (2014). Ethnobotanical knowledge is vastly under-documented in northwestern South America. *PLoS ONE*, 9(1).
- Cárdenas, D., & JUAN, G. R. A. (2004). Plantas útiles y su incorporación a los sistemas productivos del departamento del Guaviare (Amazonia Colombiana). *Caldasia*, 26(1), 95.
- Cárdenas, D., Barreto, J. S., Arias, J., Murcia, U., Salazar, C. A., & Méndez, O. (2007). Caracterización y tipificación forestal de ecosistemas en el municipio de Inírida y el corregimiento de Cacahual (departamento del Guainía): una zonificación forestal para la ordenación de los recursos. Sinchi-cda. Bogotá, Colombia.

- Cardozo, R., Córdoba, S., González, J., Guzmán, J., Lancheros, H., Mesa, L. & Zúñiga, P. (2009).
Especies útiles en la Región Andina de Colombia. Tomo I. Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis, Bogota.
- Etter, A., McAlpine, C., & Possingham, H. P. (2008). Historical patterns and drivers of
landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the
Association of American Geographers*, 98(1), 2-23.
- Fonnegra-Gómez, R., & Villa-Londoño, J. (2011). Medicinal plants used in some townships of
municipalities in the high plains of eastern Antioquia, Colombia. *Actualidades
Biológicas*, 33(95), 219-250.
- Galeano, G. (2000). Forest use at the Pacific Coast of Chocó, Colombia: a quantitative approach.
Economic Botany, 54(3), 358-376.
- Garavito, G., Rincon, J., Arteaga, L., Hata, Y., Bourdy, G., Gimenez, A., Deharo, E. (2006).
Antimalarial activity of some Colombian medicinal plants. *Journal of
Ethnopharmacology*, 107(3), 460-462.
- García, H. Y., Quevedo, M., & Bernal, S. F. (2011). Pautas para el conocimiento, conservación y
uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la
conservación de plantas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander
von Humboldt., 230.
- Godoy, R. A., & Bawa, K. S. (1993). The economic value and sustainable harvest of plants and
animals from the tropical forest: assumptions, hypotheses, and methods. *Economic
botany*, 47(3), 215-219.
- Goldewijk, K., & Ramankutty, N. (2004). Land cover change over the last three centuries due to
human activities: The availability of new global data sets. *GeoJournal*, 61(4), 335–344.

- Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). (2016). Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.
- Guerrero, M. F., Puebla, P., Carron, R., Martin, M. L., Arteaga, L., & San Roman, L. (2002). Assessment of the antihypertensive and vasodilator effects of ethanolic extracts of some Colombian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 80(1), 37-42.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Townshend, J. R. G. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342(6160), 850–853.
- Hassler, M., & Rheinheimer, J. (2016). “Illustrated World Compendium of Orchids List of Taxa: Statistics for Countries and Regions”. Recuperado de: <https://worldplants.webarchiv.kit.edu/orchids/>
- Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. (2015). Biodiversidad en tu mesa. Humboldt.org.co. Recuperado de <http://humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/701-biod-mesa?highlight=YToxOntpOjA7czo2OiJmcnV0b3MiO30>.
- Integrated Taxonomic Information System (2016). ITIS. Recuperado de: <https://www.itis.gov/>.
- Lagos-Witte, S., Sanabria Diago, O., Chacón, P., & García, R. (2011). Manual de herramientas etnobotánicas relativas a la conservación y el uso sostenible de los recursos vegetales. Red latinoamericana de botánica a la implementación de la estrategia global para la conservación de las especies vegetales hacia el logro de las metas, 13.
- Loh, J., & Harmon, D. (2005). A global index of biocultural diversity. *Ecological indicators*, 5(3), 231-241.

- Macia, M. J., Armesilla, P. J., Camara-Leret, R., Paniagua-Zambrana, N., Villalba, S., Balslev, H., & Pardo-de-Santayana, M. (2011). Palm Uses in Northwestern South America: A Quantitative Review. *Botanical Review*, 77(4), 462-570.
- MacVean, A. D., & Pöll, E. (2002). Etnobotánica. En Vozzo, J. A. Manual de semillas de árboles tropicales (pp. 225-230).
- Maffi, L. (2002). Endangered languages, endangered knowledge. *International Social Science Journal*, 54(173), 385-393.
- Marín-Corba, C., Cárdenas-López, D., & Suárez-Suárez, S. (2005). Use Value usefulness in ethnobotany. Case study in Putumayo department (Colombia). *Caldasia*, 27(1), 89-101.
- Mesa, L., & Galeano, G. (2013). Usos de las palmas en la Amazonia Colombiana. *Caldasia*, 35(2), 351-369.
- Michon, G., de Foresta, H., Levang, P., & Verdeaux, F. (2007). Domestic forests: A new paradigm for integrating local communities' forestry into tropical forest science. *Ecology and Society*, 12(2).
- Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical garden*, 199-224.
- Otero, R., Núñez, V., Barona, J., Fonnegra, R., Jiménez, S. L., Osorio. (2000). Snakebites and ethnobotany in the northwest region of Colombia: Part III: Neutralization of the haemorrhagic effect of *Bothrops atrox* venom. *Journal of Ethnopharmacology*, 73(1), 233-241.
- Peñuela Mora, M. C., & Jiménez-Rojas, E. M. (2010). Plantas del Centro Experimental Amazónico -CEA- Mocoa, Putumayo. Corporación para El Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia- Corpoamazonia.

perspectives. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 9(1), 72.

QGIS Development Team, (2016). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Rafiqpoor, D., KIER, G., & Kreft, H. (2005). Global centers of vascular plant diversity. *Nova Acta Leopoldina NF*, 92(342), 61-83.

Ramírez, B., Macías, D., & Varona, G. (2008). Potencialidades de la flora andina. 100 plantas útiles del macizo colombiano.

Reyes-García, V., Vadez, V., Huanca, T., Leonard, W. R., & McDade, T. (2007). Economic development and local ecological knowledge: A deadlock? Quantitative research from a Native Amazonian society. *Human Ecology*, 35(3), 371–377.

Rozzi, R. (2013). Biocultural ethics: from biocultural homogenization toward biocultural conservation. En R. Rozzi, C. Palmer & J. Baird (Eds.). *Linking Ecology and Ethics for a Changing World*, 9 (32).

Schultes, R. E., & Raffauf, R. (1992). *Vine of the Soul: Medicine Men. Their Plants and Rituals in the Colombian Amazonia*. Santa Fe, New Mexico. Synergetic Press Inc.

Schultes, R. E., & Raffauf, R. F. (1994). *El bejuco del alma*. Bogotá, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Banco de la República, Ediciones Uniandes.

Schultes, R. E., & Reis, S. V. (1995). *Ethnobotany: evolution of a discipline*. Chapman & Hall Ltd.

- Secretary of the Convention on Biological Diversity. (2002). Global Strategy for Plant Conservation. CBD, UNESCO, UNEP, BGCI, UK, 13 p.
- Valois-Cuesta, H., Martínez-Ruiz, C., Cuesta, Y. Y. R., & Hinestroza, S. M. P. (2013). Diversidad, patrones de uso y conservación de palmas (Arecaceae) en bosques pluviales del Chocó, Colombia. *Rev. Biol. Trop*, 61(4), 1869-1889.
- Victorino, A. (comp.) 2012. Bosques para las personas: Memorias del Año Internacional de los Bosques 2011. Instituto de Investigación de Recurso Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C., Colombia, 120.
- World Resources Institute (Ed.). (2005). *World Resources, 2005: The Wealth of the Poor: Managing Ecosystems to Fight Poverty*. World Resources Inst.
- Young, K. R. (2016). Biogeography of the Anthropocene: Domestication. *Progress in Physical Geography*, 40(1), 161–174.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Smith, G. M. (2007). Principal coordinate analysis and non-metric multidimensional scaling. *Analysing Ecological Data*, 259-264.