

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”

Sistema de Información sobre Biodiversidad

**Evaluación de la Información de Colecciones Biológicas sobre
los Géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la
Región Andina Colombiana**

Andrés José Vivas Segura

Villa de Leyva, 2003

El Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB) es una iniciativa del Instituto Humboldt desarrollada para facilitar la gestión de datos e información que apoyen –oportuna y eficientemente– procesos de investigación, educación o toma de decisiones relacionadas con el conocimiento, la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica de Colombia. La –Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana– hace parte de una serie de publicaciones elaboradas por el Equipo Coordinador del SIB como herramienta para la creación de capacidad en la gestión de datos e información sobre biodiversidad.

© Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2003

ISBN: 958-XXXX- XXXX

Cítese como: A. J. Vivas-Segura¹. 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 27 pp.

Palabras clave

1. Colecciones Biológicas
2. *Elaeagia*
3. *Faramea*
4. Rubiaceae
5. Región Andina Colombiana

Esta obra está protegida por las normas de derechos de autor. Se permite la reproducción parcial o total citando apropiadamente la fuente.

Esta publicación ha sido realizada por el Instituto Humboldt en el marco del proyecto “Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en la Región Andina”, financiado por el Fondo Mundial Ambiental GEF, el Banco Mundial y la Embajada Real de los Países Bajos.



¹ ajvivas@humboldt.org.co

RESUMEN

A partir de la información de diez colecciones de herbario (ocho nacionales y dos extranjeras) se integraron los registros de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae Juss.) colectados sobre la región andina colombiana (en altitudes superiores a la cota de 500 m). Estos registros se sistematizaron en una base de datos taxonómica (el Archivo de Autoridad Taxonómica –AAT) y una base de datos geográfica con coordenadas para cada localidad de muestreo, que luego fueron procesadas a través de la unidad de Sistemas de Información Geográfica del Instituto Alexander von Humboldt -UNISIG (superponiendo los registros en la información de las coberturas departamental, de vías, de las subcuencas hidrográficas, y de ecosistemas de Colombia (Etter 1998)). De esta manera se obtuvieron las distribuciones observadas para ambos géneros. Se identificaron 6 especies de *Elaeagia* y 21 de *Faramea*, representadas mayoritariamente en los herbarios MO (Missouri Botanical Garden), CUVC (Herbario Universidad del Valle), FMB (Herbario Federico Medem Bogotá – Instituto Alexander von Humboldt), HUQ (Herbario Universidad del Quindío), TULV (Herbario Jardín Botánico de Tuluá) y PSO (Herbario Universidad de Nariño). La distribución de una alta cantidad de registros sobre las vías importantes del país sugiere la existencia del fenómeno denominado como "efecto de carretera" (Chazdon et al. 1996), o "síndrome del colector" (Soberón et al. 1996). La mayor riqueza para el género *Elaeagia* se identificó en las cuencas del alto Cauca, alto Meta y el río Atrato, preferentemente sobre orobiomas andinos húmedos, mientras que *Faramea* presentó una mayor riqueza en los ríos Mira-Guiza y el alto Cauca, con una alta incidencia en ecosistemas transformados.

Palabras clave: Colombia, Región andina, *Elaeagia*, *Faramea*, Rubiaceae, Colecciones biológicas, Archivo de Autoridad Taxonómica, Sistema de Información Geográfica.

ABSTRACT

Starting from information of ten herbarium collections (eight of them national and two from abroad), the records of genera *Elaeagia* and *Faramea* (Fam. Rubiaceae Juss.), collected at colombian andean region (on altitudes upper to 500 mt height above sea level), were integrated. This registers were systematized into taxonomic (The Taxonomic Authority Files –TAF) and geographic databases, with coordinates for every sampling locality, that were later processed through the Geographic Information System Unit, at the Alexander von Humboldt Institute in Colombia -UNISIG (crossing the information with Colombia's departmental, roads, basins and ecosystems layers (Etter 1998)). This way were obtained the observed distributions for both genera. Six species of *Elaeagia* and 21 of *Faramea* were identified, especially represented at Herbarium MO (Missouri Botanical Garden), CUVC (Herbario Universidad del Valle), FMB (Herbario Federico Medem Bogotá – Instituto Alexander von Humboldt), HUQ (Herbario Universidad del Quindío), TULV (Herbario Jardín Botánico de Tuluá) y PSO (Herbario Universidad de Nariño). The distribution of a high amount of records on the roads of the andean region suggest the existence of the phenomenon known as the "road effect" (Chazdon et al. 1996), or "collector's syndromme" (Soberón et al. 1996). The highest richness for genus *Elaeagia* were identified in the basins of upper Cauca, upper Meta and Atrato river, preferently on humid andean biomes, while *Faramea* presented it's highest richness in the Mira-Guiza river and upper Cauca river, with a high incidence on transformed ecosystems.

Keywords: Colombia, Andean region, *Elaeagia*, *Faramea*, Rubiaceae, Biological collections, Taxonomic Authority File, Geographic Information System.

INTRODUCCIÓN

Las principales fuentes de información sobre la diversidad de organismos son las colecciones biológicas (como museos de historia natural, herbarios, jardines botánicos, entre otros), estimándose entre 2 y 3 billones de ejemplares alrededor del mundo (Pennisi 2000), que pueden ser relacionados con las entidades geográficas en que fueron colectados; de manera que a lo largo de los siglos, dichas colecciones han servido para documentar las existencias biológicas en la naturaleza y se constituyen en un reflejo del desarrollo científico. Es así como en el amazonas brasileño se adelantan iniciativas para el análisis de las colecciones biológicas en un contexto informático, usando tecnologías SIG para estimar patrones en la biodiversidad (Kress 1998), y se realizan evaluaciones de las colecciones en función del tiempo, a fin de determinar tendencias en la investigación taxonómica y estimar el número de especies conocidas (incluyendo el número de taxa infraespecíficos) usando curvas de acumulación de especies (Dirzo y Gómez 1996).

Las bases de datos biológicas están siendo cada vez más utilizadas con propósitos de su evaluación, a fin de obtener información para la toma de decisiones y en la investigación de patrones en la biodiversidad, dado que generalmente las acciones y decisiones que afectan la biodiversidad se basan en información inadecuada (Funk et al. 1999). Ésta evaluación de la información integrada de colecciones debe contemplar los sesgos que implica el trabajo con bases de datos, como que las áreas con alta diversidad de especies son las que a menudo coinciden con aquellas que se encuentran bien colectadas (Nelson et al. 1990, en Ter Steege 2000), o que las colectas se han efectuado a lo largo de las vías de acceso a los bosques naturales del país, como ríos y carreteras, mientras que en las zonas que carecen de vías de acceso los muestreos son extremadamente pocos, o nulos en algunos casos; éste último caso ha sido denominado "efecto de carretera" (*Road effect*) (Chazdon et al. 1996; Campos 2000), o "síndrome del colector" (Soberón et al. 1996).

La región andina colombiana, de acuerdo con la clasificación de las regiones realizada por Andersson (1992), comprende casi la totalidad de los andes del norte (que comparte con Venezuela) y una parte de los andes del centro (que van desde el norte del macizo colombiano hasta el norte del Perú), regiones consideradas de importancia biogeográfica en cuanto a la distribución e las plantas en Suramérica. En general, los andes tropicales son considerados como uno de los "puntos calientes" (*hotspots*) prioritarios en materia de conservación, dada su alta diversidad de plantas (que contiene aproximadamente 45.000 especies, con un endemismo del 6.7% del total global) (Myers 2000). Por esto, la evaluación de información sobre organismos colectados en territorio colombiano es importante para facilitar la toma de decisiones relacionadas con nuestra alta biodiversidad; y al mismo tiempo la evaluación de colecciones biológicas proporciona la información adecuada para planear estrategias de colecta coordinadas entre instituciones, a fin de mejorar el estado de representatividad de dichas colecciones, completar el inventario nacional de la biodiversidad, y contar con datos confiables para estudios biogeográficos.

El presente artículo ofrece una visión general del estado de la información existente en diez colecciones biológicas, mediante la observación de la heterogeneidad taxonómica, espacial y temporal de ejemplares de herbario pertenecientes a los géneros *Elaeagia* y *Faramea*, colectados sobre la región andina colombiana, describiendo la distribución observada de las especies sobre los departamentos, subcuencas y ecosistemas (*sensu* Etter 1998) de Colombia. El presente artículo se desprende de la información generada a partir del trabajo de grado titulado "Evaluación de los patrones de riqueza y distribución de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana a partir de datos de colecciones biológicas" (Vivas 2002), para el programa académico de Ecología en la Fundación Universitaria de Popayán, el cual se desarrolló con el apoyo del proyecto "Atlas de la Biodiversidad de Colombia" -ABC- en el Instituto Alexander von Humboldt, el cual se desarrolló en el período de tiempo que comprende desde el mes de septiembre de 2001, hasta septiembre de 2002.

METODOLOGÍA

El universo muestral son los géneros *Elaeagia* y *Faramea*, y los ecosistemas de la región andina colombiana; la población de estudio son los registros de herbario y las referencias bibliográficas que sobre dichos géneros existen en Colombia; y la muestra que se obtuvo para el desarrollo de este trabajo fue de 10 colecciones de herbario y sendos artículos científicos con información taxonómica, en este caso para evaluar la información de colecciones biológicas. La metodología utilizada se compone de dos fases: la primera se denominó como "integración de datos", para la cual se siguió el siguiente flujo de actividades: en primer lugar, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura disponible, al tiempo que

se adelantaba la revisión de los especímenes en los diferentes herbarios seleccionados (excepto MO y NY). Posteriormente, la información siguió un proceso de sistematización en dos bases de datos: una taxonómica y una geográfica (el Archivo de Autoridad Taxonómica (AAT), y el sistema de registros biológicos, respectivamente). Luego siguió un enriquecimiento y complementación de información en las bases de datos documentadas, a fin de depurarlas, tanto desde el punto de vista taxonómico como geográfico; también se incluye información de bases de datos externas (disponibles en Internet y datos bibliográficos), para el cruce de variables entre ellas en el análisis de datos. Los sistemas de clasificación taxonómica usados son los de Cronquist (1988) y Mabberley (1987) para la clasificación al nivel de categorías taxonómicas superiores; Lasser y Steyermark (1974) para la identificación taxonómica al nivel de tribus y géneros, y Andersson (1992, 1995) para la delimitación genérica, ayudado al mismo tiempo por la obra de Burguer y Taylor (1993), con información aplicable a Colombia.

Las colecciones de herbario incluidas en el presente trabajo son aquellas que fueron susceptibles de revisión, bien sea por razones de tiempo, de desplazamiento o de representatividad con respecto a los géneros *Elaeagia* y *Faramea* en la región andina colombiana; de manera que no figuran los herbarios cuyo rango de acción excede los límites geográficos propuestos para la investigación. Los herbarios visitados fueron los siguientes: Herbario Universidad de Nariño (**PSO**), Herbario Fundación Universitaria de Popayán (**HAFP**), Herbario Universidad del Cauca (**CAUP**), Herbario Jardín Botánico de Tulúa (**TULV**), Herbario Universidad del Valle (**CUVC**), Herbario Universidad del Quindío (**HUQ**), Herbario Instituto Humboldt - "Federico Medem - Bogotá" (**FMB**), Herbario de Missouri Botanical Garden (**MO**), el Herbario del Jardín Botánico Eloy Valenzuela de Bucaramanga C.D.M.B. (**UIS**), y la colección del New York Botanical Garden (**NY**). Los acrónimos mencionados en el párrafo anterior servirán de convención para identificar a los herbarios durante el transcurso de este documento.

A su vez, en la fase de análisis de datos, se efectuó el cruce de información entre bases de datos e información de diferentes fuentes, como listados taxonómicos y geográficos para los géneros en cuestión, obteniendo así medidas de la cantidad de información obtenida a partir de la integración de colecciones, como representatividad y complementariedad, en el nivel taxonómico y en el geográfico. De esta manera se pudo evaluar además la evolución temporal de los eventos de muestreo, incluyendo la distribución altitudinal, una evaluación fenológica aproximada, y la riqueza de especies en diferentes unidades geográficas (departamentos, subcuencas y ecosistemas). Usando el software ArcView con la colaboración de la unidad de sistemas de información geográfica (UNISIG) del IAvH, se superpusieron los registros de *Elaeagia* y *Faramea* con las coberturas de subcuencas, ecosistemas y departamentos de Colombia, para luego evaluar la información resultante de la relación de variables, y las estadísticas correspondientes.

Para evaluar la complementariedad se usó el índice de Colwell y Coddington (1995), el cual se define de la siguiente manera: Si el número de taxa o localidades en una fuente es S_j y en la otra fuente es S_k , y las que comparten es V_{jk} , entonces el número combinado de taxa o localidades es:

$$S_{jk} = S_j + S_k - V_{jk}$$

Y el número de taxa o localidades únicas en cualquiera de las fuentes es:

$$U_{jk} = S_j + S_k - 2V_{jk}$$

Entonces la complementariedad entre las dos fuentes es:

$$C_{jk} = \frac{U_{jk}}{S_{jk}}$$

El valor de este índice de complementariedad varía entre cero y la unidad (C_{jk} tiene un valor de cero (0) cuando las fuentes son iguales, y uno (1) cuando son completamente distintas), resultando ser un índice de disimilitud entre dos muestras diferentes, de amplio uso en la actualidad, el cual se evaluó entre pares de conjuntos de datos, haciendo referencia a los taxa y a las localidades presentes en colecciones, obteniendo la complementariedad taxonómica y geográfica de los especímenes depositados en herbarios.

La metodología es aquí presentada como una propuesta para la integración estructural y posterior evaluación de conjuntos de datos basados en información de colecciones biológicas, a fin de determinar su potencial en la determinación de patrones de riqueza y distribución de los organismos; se presenta entonces una serie de mapas en que se puede apreciar la distribución observada (inferida a partir de actividades de colecta en las colecciones) de los géneros en cuestión, comparada sobre las coberturas de departamentos, subcuencas y ecosistemas de Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se integró un total de 338 registros de los géneros en cuestión, en donde se identificó un listado de especies válidas reportadas para la región andina colombiana, obteniendo un total de 6 especies (nombres válidos) para *Elaeagia* y 21 especies para el género *Faramaea*; esta información se puede consultar en el Anexo A, en el que aparece relacionada para cada taxón, la información sobre distribución por ecosistemas (*sensu* Etter 1998), el rango altitudinal en que se ha colectado, el número de una muestra de herbario de referencia, y la colección en que se halla depositado.

En cuanto a la evolución histórica de los eventos de colecta de los géneros *Elaeagia* y *Faramaea* en las colecciones evaluadas, en el Gráfico 1 se puede apreciar la distribución del número de localidades, registros y especies reportadas por las colecciones, en períodos de tiempo de 5 años. Entonces, se obtiene que el comportamiento de las actividades de colecta se presenta de manera diferente cuando se comparan el número de registros, localidades y de especies por unidad de tiempo (en este caso, lustros).

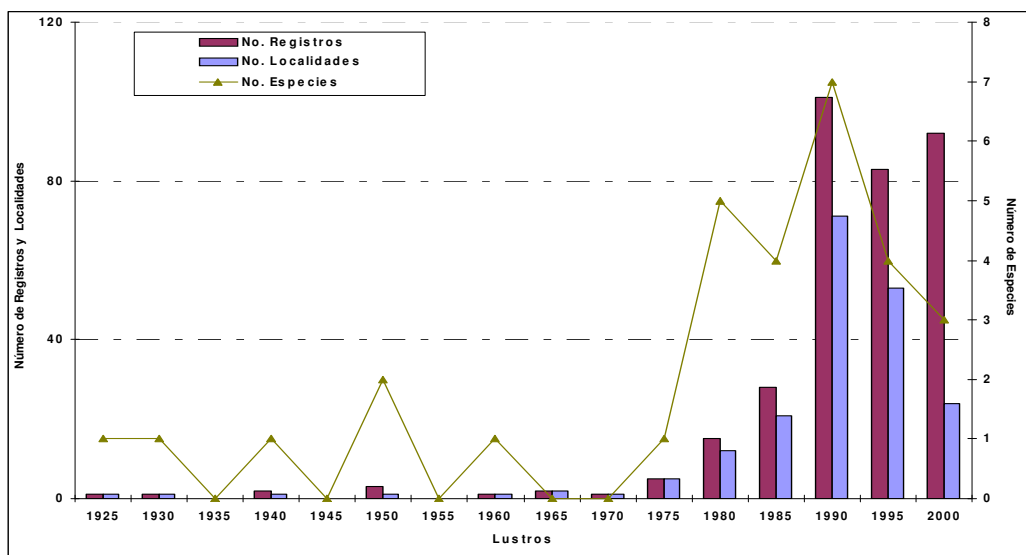


Gráfico 1: Distribución del número de registros, localidades de colecta y especies de los géneros *Elaeagia* y *Faramaea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, aportados por el conjunto de colecciones evaluadas, en períodos de tiempo de 5 años.

Así, se puede apreciar la evolución de las actividades de colecta para los dos géneros, efectuadas sobre el territorio andino colombiano, a lo largo del S. XX, pues es a partir de 1905 que empiezan a ingresar ejemplares de dichos géneros a las colecciones revisadas. En los primeros muestreos efectuados, bastaba con un solo registro de herbario para adicionar una especie nueva a la lista, con casos como el del año 1950, que reportó dos especies nuevas a partir de tres ejemplares; esto se debe a que en ese momento histórico en las colecciones, los listados de especies estaban aun por construirse, y casi cualquier nuevo espécimen correspondía a nuevas especies para la ciencia y para la región andina.

Así mismo, se observa una mayor intensidad de colecta al nivel de todas las colecciones, a partir del año 1975, presentando un patrón similar al de los registros y especies, con un pico entre los años 1986 y 1990, cuando se aportó a la representatividad de las colecciones con el 49% del total de localidades. Esta es una evidencia del aumento de las actividades de muestreo en el último cuarto de siglo, para la región andina colombiana, para los herbarios incluidos en el presente documento, aunque en el transcurso de la última década los muestreos hayan disminuido de manera sensible con respecto a los años anteriores, debido probablemente al recrudecimiento de los problemas de orden público en Colombia durante la última

década, en lugares no explorados, de difícil acceso, o alejados de los centros urbanos, carreteras o cursos fluviales.

En el gráfico 2 se observa la proporción de localidades de colecta y registros aportados por cada colección, como una medida de la intensidad de muestreo que evidencia cada herbario, en cuanto a los géneros *Elaeagia* y *Faramea*. Se puede apreciar que el herbario FMB, aunque no ha muestreado el mismo volumen de localidades que otras instituciones, aporta con un importante número de registros, lo cual evidencia una alta intensidad de muestreo por localidad. Por otro lado, el herbario MO se presenta como el que mayores volúmenes de información aporta, dada su amplia trayectoria y cobertura geográfica sobre el territorio colombiano. Hacia el costado derecho de la gráfica se ubican aquellas colecciones menores, cuyo aporte es reducido (HAFP, CAUP, NY y UIS), pero que han muestreado en localidades diferentes de las colecciones que más aportan datos, de manera que contienen información complementaria (ver resultados del índice de complementariedad de Colwell y Coddington (1995) en las tablas 1 y 2).

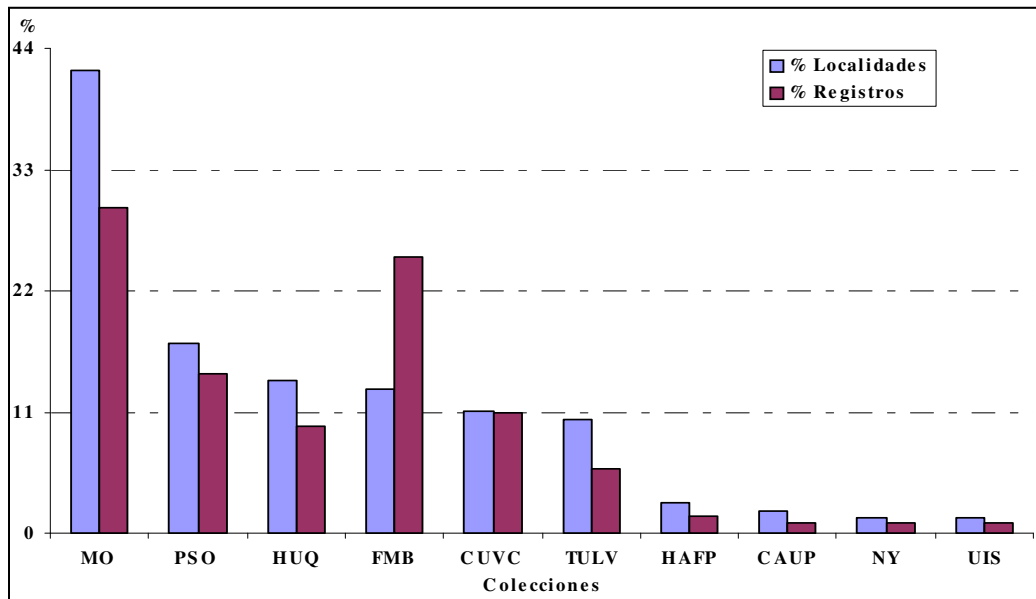


Gráfico 2: Proporción de localidades de colecta y registros de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) sobre la región andina colombiana, para cada una de las colecciones evaluadas.

La representatividad taxonómica de una colección se entiende como la proporción de taxones (en este caso especies) existentes en una colección biológica, con respecto a los totales estimados para una unidad geográfica dada (en este caso la región andina colombiana). De esta manera, al comparar el gráfico anterior con el Gráfico 3, se puede observar que no hay una relación directa entre el número de localidades y registros colectados por una colección, y la representatividad taxonómica reportada por ésta; así, el herbario FMB, con el cuarto lugar en volumen aportado de localidades de muestreo se ubica en el segundo lugar -después de MO- en la representatividad taxonómica para los dos géneros; esto se debe probablemente a que los muestreos efectuados por el personal adscrito al herbario FMB (antes perteneciente al INDERENA, y que desde hace 7 años ha recibido contribución de material botánico principalmente del grupo GEMA - Instituto Alexander von Humboldt) se han efectuado de manera intensiva, para capturar la mayor cantidad de información taxonómica en campo, y entonces se obtiene una mayor representatividad taxonómica con menores eventos de colecta.

Entre las colecciones evaluadas se observa entonces que MO y FMB son las más representativas de la riqueza colombiana en especies de *Elaeagia* y *Faramea*, distinguiéndose una mayor proporción de presencia de especies del primero, mientras que la riqueza reportada por las instituciones (observada) para *Faramea* son mucho más bajas. También se observa el caso antagónico para CAUP que sólo tiene especies de *Elaeagia*, en contraste con NY, que sólo tiene especies de *Faramea*. Al tratarse de un grupo taxonómico más pequeño y definido, es consistente con los resultados que la representatividad para *Elaeagia* en colecciones sea más alta que para *Faramea*. Otros datos muestran que HUQ se destaca por su alta representatividad taxonómica para el género *Elaeagia*, mientras que PSO presenta valores de

número de especies de *Faramea* comparativamente altos respecto de los demás (exceptuando los herbarios MO y FMB).

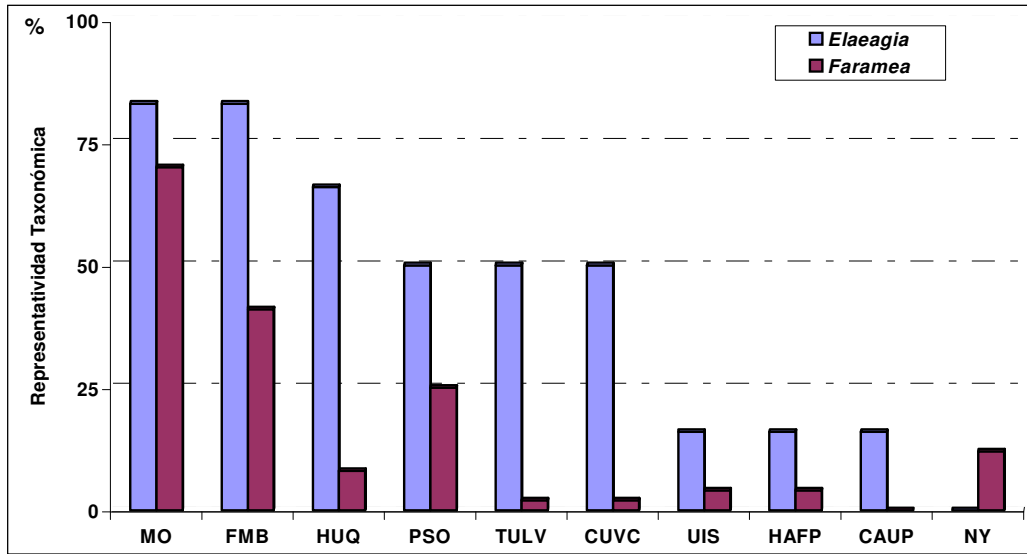


Gráfico 3: Representatividad taxonómica de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) sobre la región andina colombiana, para cada una de las colecciones evaluadas.

Analizando el porcentaje de registros con identificación al nivel de género y especie en las colecciones incluidas en la base de datos para los géneros *Elaeagia* y *Faramea*, en el gráfico 4, se observa que después de la revisión de los ejemplares, la mayor parte se encuentran identificados hasta el nivel de especie, para la mayoría de herbarios; Se destacan los herbarios HUQ y NY, en donde todos los ejemplares se encuentran identificados hasta el nivel específico. Otras colecciones acusan falta de identificación taxonómica en el nivel específico, como CUVV y CAUP, en donde la proporción de determinaciones sólo hasta el nivel genérico supera el 50%, suponiendo entonces la necesidad de mayores esfuerzos taxonómicos en niveles subgenéricos para dichos herbarios. En términos generales se presenta una alta proporción de ejemplares identificados en todos sus niveles taxonómicos para las colecciones evaluadas, garantizando calidad en la información, teniendo en cuenta que los especialistas que conocen la problemática taxonómica del grupo en los herbarios los han visitado recientemente (en el transcurso de la última década), y se realizan esfuerzos de colecta importantes para la terminación del inventario.

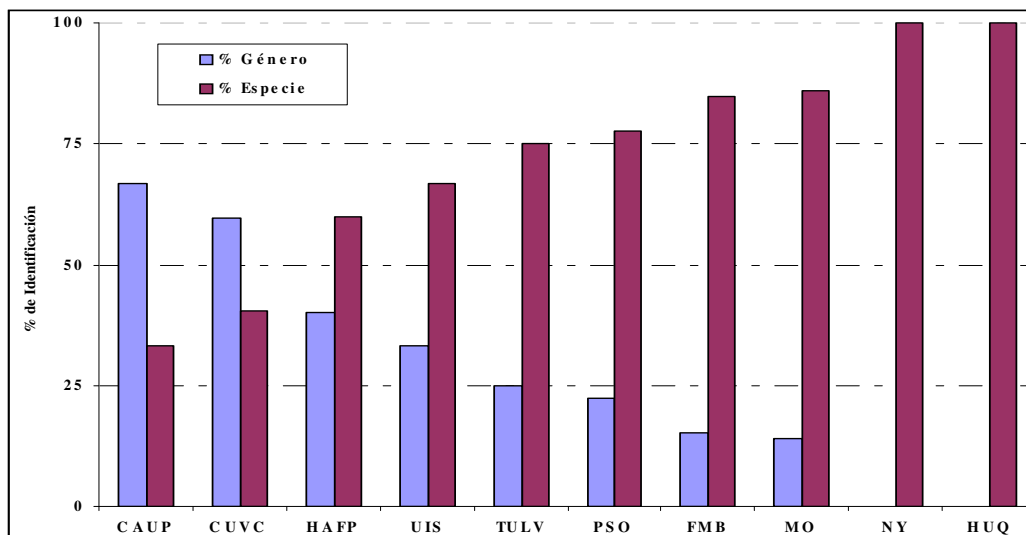


Gráfico 4: Proporción de registros identificados hasta el nivel genérico y hasta el nivel de especie para los registros de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, para cada una de las colecciones evaluadas.

En el Gráfico 5 se aprecia la distribución del número de registros de *Elaeagia* y *Faramea* colectados, de acuerdo con el número de localidades en que se encontraron ejemplares, y se obtiene que la mayoría de las localidades, el 61% y el 58 % -respectivamente- están representadas por un único registro; en el segundo lugar se hallan las localidades en que se han colectado dos registros de herbario (el 12 % y 20.95%, respect.), y luego el resto (el 16 % y 9.52 % restante) contienen entre 3 y 10 registros de *Elaeagia* y *Faramea* muestreados en el transcurso de la historia de las colecciones sobre territorio andino colombiano. De esta manera, se infiere que la mayoría de las localidades en que se han registrado ejemplares de éstos géneros se encuentran submuestreadas. Dados los volúmenes de registros por localidad, Se aprecia además que el género *Faramea* se encuentra mejor muestreado que *Elaeagia*.

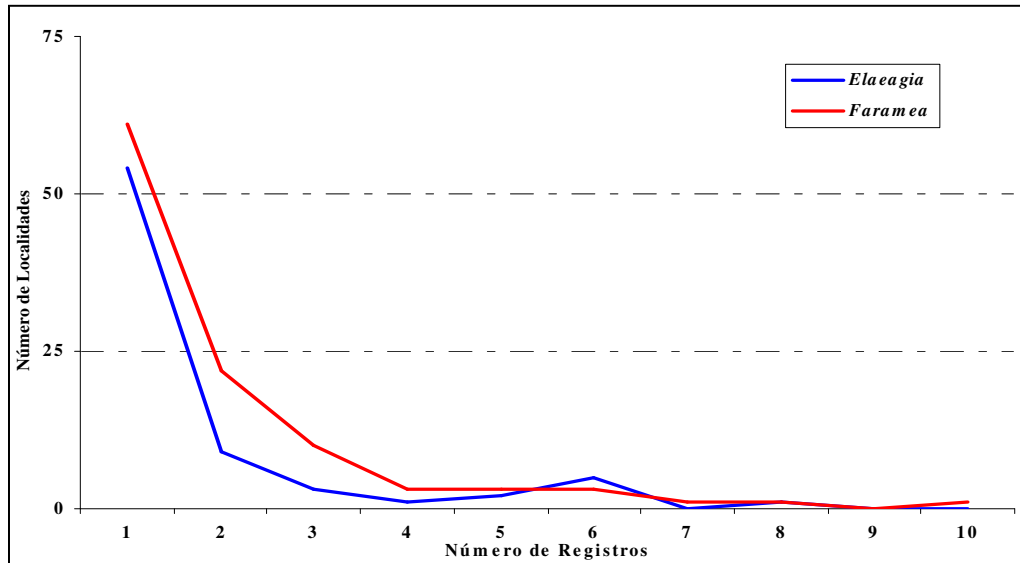


Gráfico 5: Distribución del número de registros de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, por localidad de muestreo.

La distribución altitudinal del número de registros, especies y localidades de colecta de *Elaeagia* y *Faramea* en la región andina colombiana se puede apreciar en el Gráfico 6, donde se observan patrones similares; por ejemplo, el límite máximo altitudinal para estas tres variables es de 3000 m de altitud; se puede notar una mayor abundancia en el rango altitudinal de 1751 – 2000 m.s.n.m., y dicha representatividad geográfica por banda altitudinal decrece hacia sus límites inferior y superior (1000 y 3000 m de altitud, respectivamente), de suerte que el 29.65% de las localidades y el 36.68% de los registros colectados se ubican entre los 1751 y los 2000 m de altitud, dato que sugiere que las actividades de colecta se han enfocado mayoritariamente hacia altitudes intermedias y sobre el tipo de vegetación de bosque subandino, tangencialmente hacia el área de bosque andino.

Es evidente la mayor atención (reflejada en mayores esfuerzos de colecta) que ha recibido el rango altitudinal que abarca desde los 1250 hasta los 2250 m.s.n.m., dado probablemente porque es en estas altitudes que se ubican los centros urbanos más importantes en los departamentos andinos, incluyendo la zona cafetera, altiplanicies subandinas y laderas de la región andina colombiana, que guarda una posible relación con el "síndrome del colector" que mencionan Soberón y colaboradores (1996), y que se observa claramente en el Mapa 4 (Anexo E). El rango altitudinal que más se destaca es el de 1750 - 2000 m.s.n.m. por una alta colecta de especímenes en campo, en un número de localidades de muestreo significativamente mayor; esta intensidad de muestreo comparativamente alta respecto a los demás rangos altitudinales, conllevó a que se reportara un mayor número de especies de *Elaeagia* y *Faramea*, más no por esto se debe pensar que la riqueza específica para estos dos géneros es más elevada para altitudes de 1750 - 2000 m., ya que esta información corresponde a la integración de colecciones de herbario, y no a la distribución natural de las especies; de hecho, en el rango altitudinal de 1250 -1500 m., con menos localidades muestreadas y una menor captura de registros de herbario se reportó una especie más que para los 1750 - 2000 m.s.n.m. Con actividades de colecta programadas por rangos altitudinales en que se detectan los vacíos de conocimiento, y en localidades específicas por parte de las colecciones, se podría establecer con mayor precisión la distribución geográfica de los taxa evaluados, en un mediano a largo plazo.

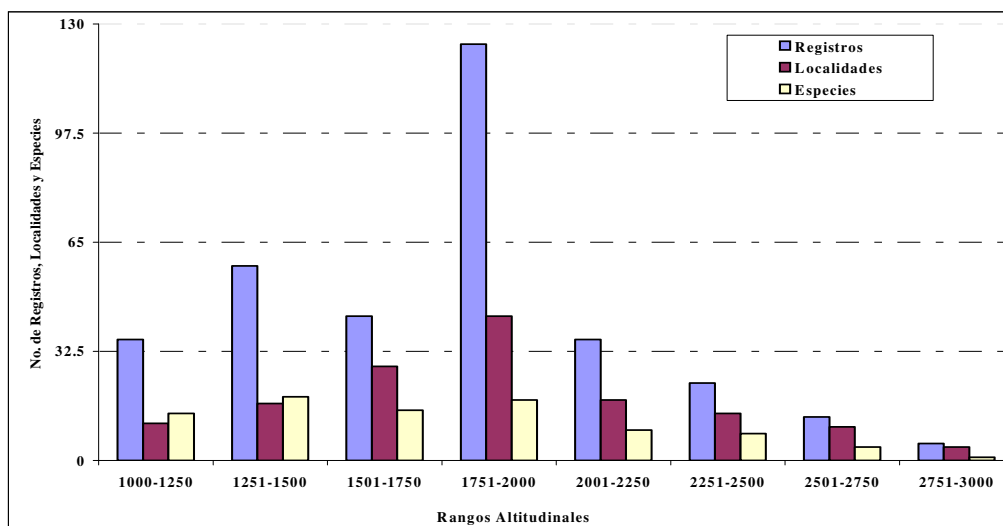


Gráfico 6: Distribución por franjas altitudinales (de 250 m.s.n.m.), del número de registros, localidades y especies de los géneros *Elaeagia* y *Farama* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, en las colecciones evaluadas.

En cuanto a la representatividad geográfica, esta se midió en el nivel de los departamentos, las subcuencas y los ecosistemas que se ubican de manera total o parcial sobre la región andina colombiana, a fin de evaluar la información de las colecciones desde una perspectiva geográfica. Como se aprecia en el Gráfico 7, de un total de quince departamentos que poseen territorios sobre la región andina colombiana, se tiene que la colección mejor representada es FMB (80 %), seguida por MO (73.3 %); luego se ubican TULV (33.3 %), PSO y CUVC (26.6 %), y finalmente, los herbarios restantes tienen 3 o menos departamentos referenciados en sus ejemplares con respecto al total para la región andina. Así, la representatividad geográfica general se observa baja, con sólo dos herbarios con valores superiores al 50%, mientras que el resto de colecciones permanecen con una baja representatividad; también se puede apreciar el valor y el alcance geográfico de las colecciones FMB y MO, las cuales almacenan la mayor parte de la información integrada.

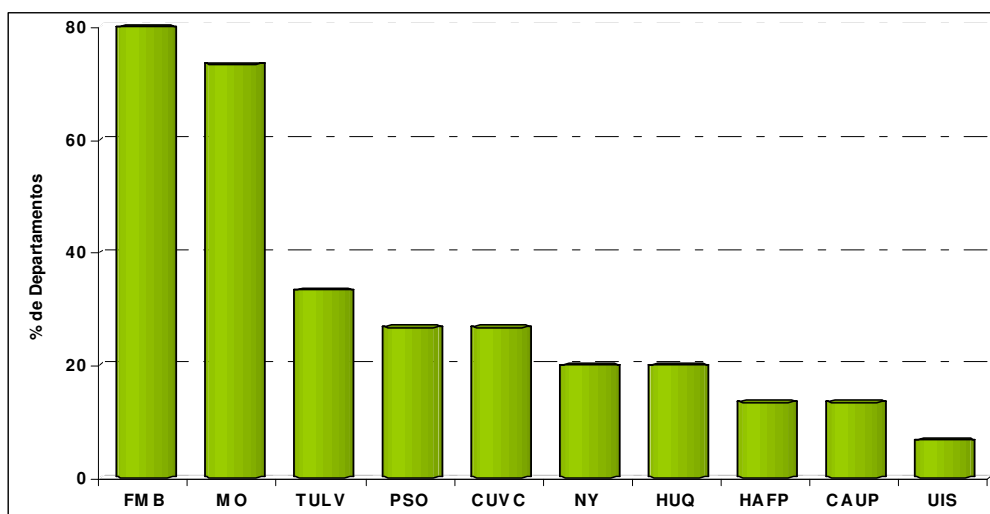


Gráfico 7: Representatividad geográfica de registros de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaeagia* y *Farama* (Fam. Rubiaceae), en el nivel de los departamentos que se ubican de manera total o parcial sobre la región andina colombiana.

Al comparar esta información con el Mapa 1 (Anexo B), que presenta la distribución observada de los registros de colecciones de herbario sobre los géneros *Elaeagia* y *Farama* colectados en la región andina colombiana, se aprecia concordancia, dado que la baja representatividad del gráfico anterior se observa

geográficamente sobre el mapa, evidenciando los vacíos de información sobre casi la totalidad de los departamentos, con una notable excepción del departamento del Quindío, que se encuentra altamente muestreado por el herbario de la Universidad del Quindío -HUQ-, y que le proporciona una significativa representatividad geográfica, importante para análisis taxonómicos y biogeográficos en la jurisdicción de éste departamento. A su vez, los departamentos que acusan deficiencias de datos más pronunciadas (con menos de 30 registros) son Caldas, Huila, Tolima, Risaralda, Norte de Santander, Putumayo, Santander, Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Quindío; mientras que los departamentos en que han sido más intensas las actividades de colecta son Antioquia, Valle del Cauca y Nariño (con 40, 57 y 84 registros, respectivamente).

En cuanto al gráfico 8 se evalúa la cantidad de información de registros biológicos y taxones que está disponible sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* colectadas en la región andina colombiana, según las colecciones evaluadas; se observa una alta intensidad de muestreo en el nivel de los registros para la cuenca alta del río Cauca, de acuerdo con la información evaluada; en un segundo lugar se ubican aquellas subcuencas sobre las cuales se han adelantado muestreos de *Elaeagia* y *Faramea*, con entre 20 y 40 registros de herbario, y corresponden a la cuenca formada por los ríos Mira y Guiza, la cuenca baja del río Patía y el río Atrato; los datos evaluados indican que las cuatro subcuencas anteriores han sido las que más han llamado la atención en los esfuerzos de colecta por parte de las colecciones incluidas en la evaluación. Con la integración de un número mayor de colecciones de herbario al modelo construido sería posible establecer la intensidad de muestreo general en las colecciones, sobre las subcuencas de la región andina, y otras coberturas de interés biogeográfico.

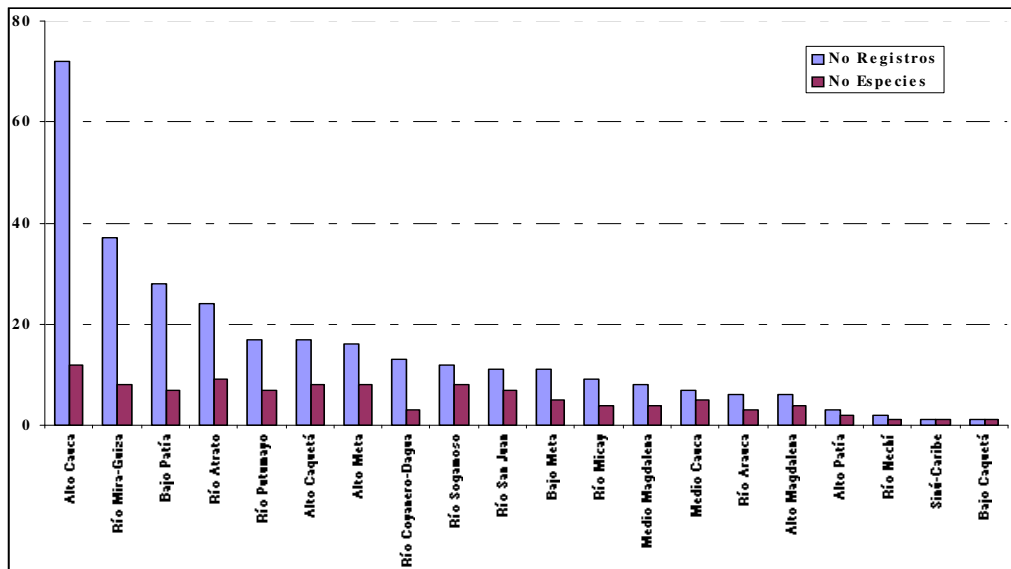


Gráfico 8: Número de registros y especies de *Elaeagia* y *Faramea*, colectadas sobre las subcuencas conformadas por los ríos que se ubican sobre la región andina colombiana.

Al analizar la distribución de registros y especies por subcuencas de ríos principales en el territorio andino colombiano (Anexo C - Mapa 2), se obtiene que para el género *Elaeagia* las más muestreadas son la cuenca alta del río Cauca, el río Atrato, y la cuenca alta del río Meta, arrojando iguales valores de riqueza específica (4 especies), convirtiéndose en las subcuencas más importantes en cuanto al número de especies en ellas identificado; otra subcuenca importante es la del río Sogamoso, en la cual se encontró una riqueza de tres especies en total. Para el género *Faramea* las subcuencas en que se ha adelantado mayores esfuerzos de muestreo son Alto Cauca, la cuenca de los ríos Mira-Guiza y el Bajo Patía, de acuerdo con el número de registros; pero observando la distribución de la riqueza específica se obtiene que las cuencas más importantes son las dos primeras anteriormente mencionadas, con 6 y 5 especies cada una, respectivamente.

Evaluando el Mapa 2 (Anexo C) en el nivel de las especies, se puede apreciar que entre las especies más colectadas en las subcuencas para el género *Faramea*, se destacan *F. occidentalis* y *F. oblongifolia*. En el caso de ambos géneros se tuvo una alta importancia de las actividades de colecta en la cuenca alta del río Cauca, convirtiéndose ésta en una región muy importante por su aporte al inventario nacional de la riqueza de estos dos géneros, y representa la subcuenca mejor muestreada en los grupos mencionados. La

distribución por subcuencas de las actividades de muestreo en registros y taxones sobre territorio andino colombiano, permite identificar aquellas redes de drenaje que no han sido debidamente muestreadas, de acuerdo con la extensión que ocupan éstas sobre la cota de los 500 m de altitud, como en este caso son las subcuencas del río Sogamoso, la cuenca alta y media del río Magdalena, la cuenca alta del río Patía, la cuenca media del río Cauca, el río Arauca, la subcuenca del río Nechí, y la de los ríos Sinú-Caribe; las subcuencas que no tienen información son las del Alto Guaviare, el Río Catatumbo y la Sabana de Bogotá.

En la presente evaluación de colecciones biológicas, al procesar la información a través de un SIG, es importante tomar en consideración el hecho que la información que figura en el mapa general de ecosistemas de Colombia (Etter 1998) se asume como un momento puntual en la historia de los ecosistemas, más precisamente, el tiempo invertido en su elaboración, cuyo corte de publicación se ubica en el año 1998; por otro lado, las colecciones biológicas de especímenes pertenecientes a los géneros *Elaeagia* y *Faramea* evaluadas comenzaron sus actividades en el naciente siglo veinte (en el año 1905), cuando los ecosistemas muy probablemente diferían en gran medida de su estado actual; por esto, es necesario aclarar que la actualidad y vigencia de los datos se encuentran supeditadas a la disponibilidad de mapas históricos que permitan confrontar las observaciones pasadas con las presentes, e inferir así los areales actuales de distribución (pasados y futuros) de la biota. En ese orden de ideas, las localidades de muestreo con registros de los géneros evaluados representan -hasta cierto punto- la distribución original y potencial de dichos taxa, sobre la región andina colombiana.

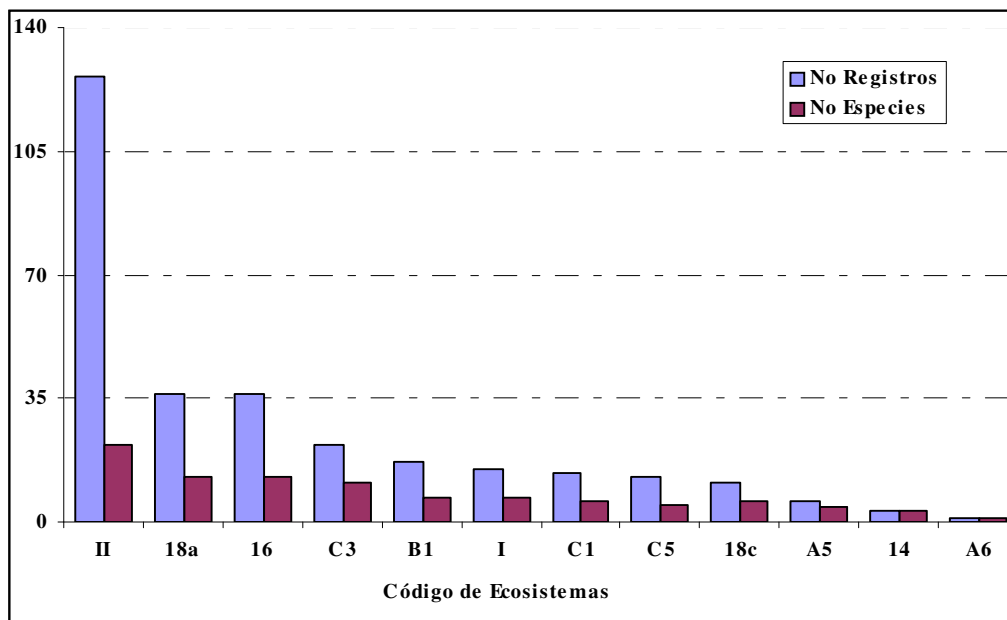


Gráfico 9: Número de registros y especies de *Elaeagia* y *Faramea*, colectadas sobre los ecosistemas (sensu Etter 1998) que se ubican sobre la región andina colombiana (**II**: Áreas rurales intervenidas no diferenciadas, con < 20% de la cobertura original remanente; **18a**: BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla; **16**: BMD Húmedos Andinos; **C3**: Agroecosistemas Campesinos mixtos; **B1**: Agroecosistemas Cañeros; **I**: Áreas rurales intervenidas no diferenciadas, con 20 - 50% de la cobertura original remanente; **C1**: Agroecosistemas Cafeteros; **C5**: Bosques Plantados (Pino, Eucalipto, Cipres); **18c**: BMD Andinos y Alto-andinos de Roble; **A5**: Agroecosistemas Ganaderos semi-intensivos e intensivos; **14**: Bosques Húmedos Sub-andinos; y **A6**: Agroecosistemas Colonos mixtos).

En el gráfico 9 (ver Anexo D - Mapa 3), donde se compara la ubicación geográfica de registros de las colecciones biológicas evaluadas con el mapa de ecosistemas de Colombia (Etter 1998), se observa una alta incidencia de actividades de colecta de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* sobre "áreas rurales intervenidas no diferenciadas, con menos del 20% de la cobertura original remanente" (II), para el cual se reporta la mayor riqueza específica entre los ecosistemas evaluados; esto puede deberse a lo que Soberón y colaboradores denominaron "síndrome del colector" (1996); precisamente en el Mapa 4 (Anexo E) se puede apreciar esta relación entre la presencia de vías de acceso a una determinada localidad y la cantidad de registros sobre un taxón dado; así, se observa que la mayoría de registros biológicos se colectó sobre carreteras (en todo tipo de vías), mientras que los registros alejados de las vías son evidentemente menos numerosos.

Por otro lado, la incidencia de muestreos en otros ecosistemas transformados es alta, por ejemplo diversos tipos de agroecosistemas (cañeros, cafeteros, ganaderos, entre otros). Por otro lado, la información de colecciones de herbario evaluada indica que entre los ecosistemas no-transformados se destacan los bosques subandinos, andinos y altoandinos húmedos (y de niebla), y robledales andinos, los cuales se proponen como los hábitat actuales potenciales de distribución para estos taxa. En el nivel de las especies, se observa que *Elaeagia pastoensis* y *Faramea oblongifolia* son las que se encuentran en la mayor cantidad de biomas y paisajes, y también son las que se encuentran asociadas a una mayor incidencia de ecosistemas transformados y usos extractivos; lo anterior sugiere que su distribución es amplia, y al mismo tiempo las amenazas sobre sus poblaciones naturales gracias a la actividad humana también son mayores; luego le siguen las especies *Elaeagia utilis*, *Faramea flavicans* y *Elaeagia karstenii*. Casi la totalidad de los ecosistemas actuales que presenta Etter se encuentran submuestreados, y algunos no-muestrados, de manera que es importante que las colecciones adelanten esfuerzos de colecta a fin de aumentar la representatividad de ecosistemas visitados.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En principio, es importante aclarar que los resultados hallados a partir de la evaluación de datos de colecciones de herbario corresponden a una iniciativa para la evaluación del potencial de uso y análisis de la información integrada de colecciones biológicas, y no reflejan de manera fidedigna la realidad biológica de las especies en colección, ya que existen grandes sesgos en las actividades de colecta adelantadas por las instituciones (en el ámbito espacial y taxonómico). La información presentada en el documento representa una proporción del total disponible de registros de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* en la región andina colombiana, y no pretende ser un compendio, ni incluir la totalidad de registros que existen; es un ejemplo para la evaluación de la información integrada de colecciones biológicas en Colombia.

A nivel temporal, los herbarios revisados han adelantado actividades de colecta de ejemplares de *Elaeagia* y *Faramea* a través del transcurso del S. XX (continuadas en el presente siglo), incrementando su desempeño en las últimas dos décadas, de acuerdo con la demanda de conocimientos, la inversión de esfuerzos y la oferta de investigadores botánicos que colectan sobre la región andina colombiana, encontrando gran correspondencia entre los eventos de muestreo y la cantidad de especies y localidades ingresadas al inventario general. No obstante, en los lustros 1990-1995 y 1995-2000 se aprecia un decrecimiento en dichas actividades, lo cual indica una menor incidencia de dichos taxones en las expediciones adelantadas por los herbarios, sugiriendo que el inventario se encuentra en construcción, pero que las localidades muestreadas en la actualidad –aunque bastantes- no arrojan mayor información al volumen total de datos, siendo necesaria la ampliación de actividades en el contexto geográfico hacia zonas con vacíos de conocimiento.

Se observa que la colección más importante por su tamaño, que es la de Missouri Botanical Garden (MO), con un aporte de registros biológicos muy superior al de las demás colecciones, seguido por CUVC y FMB, como colecciones nacionales con un mayor número de ejemplares colectados en el área andina colombiana. Estas colecciones sirven de marco de referencia para la evaluación de las otras, y constituyen los mayores esfuerzos de colecta, ideales para la integración de conjuntos de datos.

Como no existen listados taxonómicos de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* para Colombia (mucho menos para la región andina colombiana), se elaboró un listado base, con el cual se documentó el archivo de autoridad taxonómica –AAT-, en el cual figuran los nombres disponibles para el país, de acuerdo con una exhaustiva revisión de literatura y otras fuentes de información (claves taxonómicas, floras de otros países, etc), sirviendo para cotejar la validez y precisión taxonómica de las identificaciones encontradas en las diferentes colecciones. Este AAT sirve asimismo, para trabajos posteriores con los grupos documentados, como una base de datos taxonómica (o curatorial) de referencia para el caso colombiano.

En el caso de los herbarios revisados, la curatoría al nivel de especie es alta, debido a que varios especialistas han identificado el material recientemente, garantizando que los nombres científicos presenten el mínimo de ambigüedad y sinonimias, reduciendo al máximo la incertidumbre taxonómica para los ejemplares en colección. De esta manera se puede afirmar que las colecciones reflejan la realidad taxonómica de los eventos de colecta de *Elaeagia* y *Faramea* con precisión y actualidad, generando información de calidad, a pesar de un bajo número de registros.

En cuanto a la complementariedad entre las colecciones evaluadas, desde el punto de vista taxonómico se evidencia que aquellas colecciones con pocos registros (y por consiguiente pocas especies), presentan los más altos valores del índice de Colwell y Coddington (1995), tanto para el género *Elaeagia* como para *Faramea*, gracias a que su aporte –aunque mínimo– resulta ser altamente significativo para el total de especies. Por el contrario, las colecciones que contienen una mayor representatividad taxonómica comparten una alta proporción de especies, y así los valores del índice se presentan bajos; entonces, las colecciones que presentan especies únicas revisten una importancia significativa para la totalidad del inventario taxonómico –independientemente del número de registros o especies aportado.

Con respecto a la representatividad de las colecciones en cuanto al número de especies y de registros, se observa que aquellas que han enfatizado sus actividades de colecta en la región andina, como HUQ o PSO, albergan una cantidad importante de información sobre el género *Elaeagia*, en virtud de su distribución restringida hacia la región andina, mientras que MO o FMB, al distribuir más uniformemente sus esfuerzos de colecta en el territorio colombiano, guardan un mayor volumen de datos del género *Faramea*, ya que este presenta ocurrencia de especies tanto para zonas bajas (<1000 m.s.n.m.) como para la zona andina. Así, las colecciones cuyo rango de acción es más amplio contienen *Faramea* en mayor cantidad, mientras que las que son restringidas hacia ecosistemas de montaña contienen más datos de *Elaeagia*. La importancia de repatriar información sobre la biodiversidad colombiana es tangible entonces, ya que en el exterior se encuentran grandes volúmenes de datos sobre los recursos nacionales de diversa índole, y en algunos grupos taxonómicos son representativos y complementarios a la información contenida en colecciones nacionales.

Al mismo tiempo, se aprecian altas proporciones de especies identificadas hasta el nivel de especie, lo cual es una evidencia de la calidad taxonómica de los datos (con excepción en CUVC, que ha invertido menores esfuerzos en las actividades curatoriales). Si lo anterior se suma a las proporciones de especies contenidas en las colecciones importantes, se observa que *Elaeagia* goza de una mayor representatividad y cobertura de los registros, mientras que *Faramea* se muestra con niveles bajos de intensidad de muestreo en el territorio andino colombiano. Claro está que esto también se debe a las características ecológicas y distribucionales de este último género, entre las que se cuenta su hábito arbustivo (lo que convierte a las especies de *Faramea* en menos llamativas que las de *Elaeagia*, y más difíciles de hallar), y la amplitud geográfica de su extensión de presencia. Así, es menos dispendioso coleccionar ejemplares de *Elaeagia* en la región andina colombiana, que las especies de *Faramea*. Además, el hecho que *Elaeagia* forme parte de la tradición artesanal de una región del país la hace más conocida y apetecida por los botánicos y la comunidad en general; no en vano *E. pastoensis* figura entre las especies colombianas en peligro de extinción.

Por otro lado, y en concordancia con los mapas presentados, los registros de *Elaeagia* y *Faramea* incluidos en los herbarios evaluados albergan una representatividad mayor hacia el área de las cordilleras occidental y central, más que hacia la oriental, de acuerdo con el rango de acción de las colecciones sistematizadas, que además de ser de circunscripción andina, sus actividades de muestreo han estado enfocadas hacia la región suroccidente de los andes colombianos, mientras que sobre la cordillera oriental existen muy pocos registros de incidencia de especies de los géneros mencionados.

En el documento de Samper y García mencionado (2001), se identifican vacíos importantes en el conocimiento de la flora de las regiones de la Orinoquía, partes de la región andina y complejos de humedales, mencionando que Colombia se encuentra rezagada en este sentido frente a los avances en las floras de Panamá, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil (ibídem), contando además con los trabajos realizados en Guyana (Boggan *et al.* 1992) y Costa Rica (Burguer y Taylor 1993), entre otros esfuerzos en Latinoamérica, confirmando la escasez de conocimientos sobre la distribución de la diversidad en la región andina, y por extensión sobre el territorio colombiano en general.

Las especies que están mejor representadas en el nivel de localidades probablemente corresponden a las de distribuciones amplias en Colombia o en general para el neotrópico, o ser muy comunes, o beneficiarse de las transformaciones antrópicas del paisaje, en concordancia con los resultados encontrados por Delgado (2001). En el caso de *Elaeagia utilis*, por ejemplo, su distribución es amplia no sólo en Colombia sino también en otros países del neotrópico, ya que según Andersson (1992) y W3TROPICOS, ocurre también en Ecuador, Perú, Venezuela, Bolivia, Brasil y México. La especie *Faramea oblongifolia*, a su vez, también ocurre en Perú y en Ecuador; *F. flavicans* también se encuentra en los dos países anteriores además de Panamá, y *F. calyptrata* solamente ocurre en Colombia y Ecuador (según W3TROPICOS). Ter Steege *et al.* (2000) dice al respecto que las colecciones están agrupadas en áreas

con alto esfuerzo de colecta, y explica que las áreas con alta diversidad de especies a menudo coinciden con áreas bien colectadas.

Otras especies de amplia distribución, por el contrario, no se vieron representadas con muchas localidades en los herbarios analizados, como en el caso de *Faramea occidentalis*, que W3TROPICOS la reporta para la mayoría de los países de América tropical. Probablemente esta especie presentó ese resultado en concordancia con el documento de Andersson (1992) -quien también lo referencia para casi todos los países del neotrópico-, pero restringido a localidades extraandinas; de manera que en la región andina se esperaba una relativa baja representatividad de localidades de colecta para esta especie en particular. No obstante lo anterior, las especies se encuentran submuestreadas en el territorio andino colombiano, y falta complementar las colecciones con datos de ocurrencia en regiones desconocidas o no reportadas.

Altitudinalmente, se observan mayores esfuerzos de colecta hacia la franja que va de los 1750-2000 m, pero en cuanto a las especies se observa que la riqueza desciende a medida que aumenta la altitud, especialmente sobre los 2000 m, confirmando la propuesta de Rahbek (1995), quien afirma que la riqueza específica disminuye al aumentar la elevación sobre el nivel del mar; esta información es parcialmente congruente con la afirmación de Gentry (1992; 1995), que a partir de los 1500 m de altitud la riqueza disminuye linealmente al ascender a regiones más altas, como se mencionó en el marco teórico del documento. No obstante, esta es una tendencia observada a partir de la información de algunas colecciones biológicas con datos sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea*, pero no se puede diferenciar si es debida a sesgos de muestreo, o a la distribución altitudinal real de los géneros evaluados.

Existen varias subcuencas con registros de *Elaeagia* y *Faramea* sobre su extensión, y son aquellas que más han merecido la atención de investigadores colectores de registros botánicos, bien sea por su accesibilidad, su alta diversidad o su cercanía a centros metropolitanos; ellas son: Alto Cauca, Alto Meta, Río Atrato y los ríos Mira-Guiza, en donde se han registrado los valores de riqueza específica más importantes. Entre los ecosistemas más muestreados se destacan aquellos que han sido gravemente transformados para el establecimiento de modelos socioeconómicos que no toman en consideración la destrucción de ambientes naturales, que son hábitat de innumerable cantidad de especies de flora y fauna. Es por esto que, en términos generales para el país, en la "Estrategia nacional para la conservación de las plantas" (Samper y García 2001) se recomienda la expedición abierta en el territorio nacional para la documentación y el inventario de la biota colombiana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sistematización de datos es el paso fundamental para comenzar el proceso de integración y análisis, ya que así se permite estandarizar y homogeneizar el formato de presentación de registros biológicos, y permite un acceso electrónico a éstos, aumentando su potencial de uso en la toma de decisiones sobre biodiversidad. Así, en el caso de los herbarios, es importante consignar toda la información pertinente para el posterior análisis, complementando y enriqueciendo los datos faltantes, bien sea revisando libretas de campo, adelantando la identificación de material indeterminado, georeferenciando las localidades carentes de coordenadas, entre otras actividades, ya que al omitir trozos de información (atributos de los registros biológicos) se incurre en la subvaloración de la información asociada a los registros biológicos, desaprovechando su utilidad potencial.

Es evidente que la estandarización del formato para ingresar datos de diferentes fuentes de información es necesaria, pues evitaría modificaciones posteriores como la homogeneización y adición de variables, las cuales mantienen la consistencia entre campos de información. En el caso de la sistematización, por ejemplo, errores en la digitación pueden afectar los datos y la verificación de la calidad durante la sistematización puede ser más eficiente, que si se evalúa al final del proceso.

El análisis de información de conjuntos de datos biológicos integrados, al ofrecer una visión general del conjunto de información, permiten generar decisiones de manejo y aplicación en contextos regionales y nacionales, útiles para evitar la duplicación de esfuerzos y la inversión innecesaria de recursos económicos; en otras palabras, permite una planeación estratégica de las actividades a adelantar por parte no sólo de las propias colecciones, sino de los investigadores en biodiversidad.

Teniendo en cuenta los grandes volúmenes de información contenidos en colecciones extranjeras (como el caso de Missouri Botanical Garden para el presente documento), gracias a las actividades adelantadas por sus investigadores en territorio colombiano, es de suprema importancia la repatriación de la

información asociada a los registros biológicos en ellas contenidos (ante la imposibilidad y no-pertinencia de obtener en retorno los ejemplares en sí mismos), para hacer uso adecuado de estos en el contexto nacional, otorgando su justo valor ante la soberanía de Colombia y sus recursos naturales, únicos en el globo y de vital importancia para la humanidad entera.

Existe una gran carencia de estudios taxonómicos y geográficos que describan la biodiversidad en Colombia, comparativamente con los avances realizados por otros países, lo cual plantea desventajas en el momento de tomar decisiones para el manejo de los recursos naturales, y dificulta la contrastación de los resultados obtenidos en contextos académicos. Se evidencia así la pertinencia de la articulación de esfuerzos de colecciones en un Sistema Nacional de Biodiversidad, cuyo establecimiento ya viene siendo adelantado por el Instituto Alexander von Humboldt, para el caso colombiano. Por esta razón se elaboró un diccionario taxonómico de las especies de *Elaeagia* y *Faramea* encontradas, con sus respectivos sinónimos disponibles, los cuales sirvieron de base para la documentación del Archivo de Autoridad Taxonómica para los géneros en cuestión.

Las colecciones que contienen aparentemente poca información dado su bajo volumen de datos, son potencialmente importantes en aras de la complementariedad taxonómica y geográfica de los ejemplares colectados sobre el territorio nacional, y su importancia se acrecienta en la medida en que compendian especies y/o localidades de muestreo únicas (no compartidas con otras colecciones).

El género *Faramea*, al ser un grupo más grande y con mayor distribución en el territorio nacional, presenta una mayor incertidumbre taxonómica que el género *Elaeagia*, el cual es mucho menor en términos del número de especies, y hace más manejable la solución de la problemática taxonómica asociada a él. Entonces, entre más especies contenga un taxón para un área geográfica dada, mayores ambigüedades se encontrarán en los procesos de identificación del material, además de la mencionada escasez de estudios definitorios de la realidad taxonómica en Colombia.

La representatividad de especies en localidades de muestreo, en ecosistemas y en los cuadrantes de la grilla, obedece más a fenómenos de una mayor intensidad de muestreo que a la realidad distribucional de los organismos evaluados, de manera que los datos de abundancia inferidos a partir de colecciones de herbario son en gran medida inexactos, y su utilidad reside en la incidencia (presencia-ausencia) de especies por localidades, ecosistemas y cuadrantes. Esto se ve respaldado por los altos niveles de actividades de colecta adelantados en la franja subandina colombiana para los géneros *Elaeagia* y *Faramea*, o la alta incidencia de ejemplares botánicos en las cordilleras occidental y central.

Un aporte importante del presente documento es señalar que existen vacíos importantes de información respecto de varias especies (de acuerdo con los herbarios incluidos en la base de datos), en su distribución geográfica sobre la región andina colombiana (como por ejemplo en la cordillera oriental), en las cuales se deben intensificar los muestreos, para establecer un Sistema de Información en Biodiversidad a nivel nacional, que refleje de manera fidedigna las distribuciones potenciales de la diversidad de organismos colectados, ya que aunque las actividades de colecta se han intensificado en las últimas décadas, aún se encuentran lejos de alcanzar niveles satisfactorios que permitan predecir realidades biológicas, ecológicas y distribucionales. Sobre los mapas incluidos en el documento se aprecian diversas regiones (identificadas por medio de cuadrantes) del territorio colombiano en las cuales el desconocimiento taxonómico respecto de estos dos grupos es alto y se hacen necesarias políticas de colecta por parte de las instituciones interesadas en el conocimiento de la diversidad y su distribución geográfica.

En términos generales, la información consignada en colecciones biológicas, a juzgar por los resultados del presente trabajo, resulta insuficiente para predecir patrones precisos de distribución de especies sobre el territorio nacional, a pesar de permitir la identificación de tendencias o “preferencias” ecosistémicas de las especies a partir de localidades “preferidas” por los botánicos para colectar material de herbario. Esto se concluye teniendo en cuenta que los grupos evaluados en este trabajo pertenecen a una familia más bien conocida, que son grupos de relativamente pocas especies, de amplia distribución en la región andina colombiana, y que existen varios especialistas que han trabajado los ejemplares recientemente en las colecciones revisadas. Entonces, es de suponer que para los demás grupos que comparten estas características la situación es similar, y que taxones menos conocidos presentan situaciones más difíciles en el análisis de datos integrados.

Es necesaria la formación y capacitación de taxónomos en diversos grupos del orden nacional, a fin de evitar la dependencia de las colecciones por la visita de personal extranjero para identificar el material

consignado en las colecciones biológicas, ya que ello demanda grandes cantidades de dinero, y una actualización taxonómica a destiempo; con profesionales especializados, formados en academias colombianas, el proceso curatorial en los herbarios se haría menos dispendioso e inmediato.

Para integrar datos de diferentes fuentes de manera efectiva, es indispensable que las colecciones involucradas sean afines en cuanto a su área de influencia, actividades de colecta, intereses taxonómicos, para que los datos compartidos presenten perfiles similares, es decir, las colecciones cuyo énfasis geográfico se centra en la región andina presentan mayores capacidades de comparación e integración que si se tratase de herbarios con intereses geográficos (o taxonómicos) diferentes; en este sentido es importante incluir más información de registros de colecciones botánicas, que aporten localidades en que han sido muestreados los géneros *Elaeagia* y *Faramaea* sobre la cordillera oriental, y los cuadrantes identificados como de baja representatividad taxonómica en éstos grupos.

Para poder realizar análisis más precisos en grupos taxonómicos a partir de ejemplares de colecciones, es indispensable adelantar mayores actividades de colecta, enfocadas principalmente a lograr una mayor cobertura de los herbarios tanto en el ámbito taxonómico como geográfico, tratando de alcanzar una mayor representatividad y complementariedad en los conjuntos de datos. Esto se logrará más fácilmente adelantando los respectivos análisis de integración de conjuntos de datos, y tomando decisiones acertadas a partir de las existencias de ejemplares en colección. Los cuadrantes sin información pueden servir de guía para adelantar expediciones de colecta sobre localidades desconocidas en la región andina para las colecciones que deseen colaborar a aumentar la completitud de los inventarios taxonómicos botánicos en Colombia.

Los herbarios, para garantizar la calidad de la información taxonómica asociada a las muestras botánicas, deben adelantar actividades curatoriales permanentes, de manera que sus proyecciones en cuanto a la riqueza de especies en ellos contenida reflejen la realidad actualizada de los conocimientos botánicos y la verdadera significancia para la ciencia de los ejemplares colectados sobre el territorio nacional. La incertidumbre taxonómica conduce a inferencias y predicciones imprecisas, que distorsionan la capacidad de los herbarios para proyectar sus actividades en el futuro.

En el proceso de integración de conjuntos de datos de colecciones biológicas, es necesario seguir protocolos que tengan en cuenta las etapas de compilación de información, sistematización de datos, documentación de archivos de autoridad taxonómica, construcción y depuración de bases de datos de registros y georeferenciación de localidades de muestreo, a fin de obtener un compendio taxonómico y geográfico de las existencias biológicas en colecciones. Al adelantar el análisis de información asociada en las colecciones, es preciso evaluar la completitud de las variables contenidas, la complementariedad a nivel taxonómico y geográfico de los registros, y la representatividad taxonómica, espacial (incluyendo la altitudinal) y temporal, además de las características ecológicas de los ejemplares colectados como la riqueza específica y el estado fenológico de las especies.

LITERATURA CITADA:

ANDERSSON, Lennart. 1992. "A Provisional Checklist of Neotropical Rubiaceae". Scripta Botanica Belgica 1.

ANDERSSON, Lennart. 1995. Diversity and Origins of Andean Rubiaceae. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. 441-450.

BOGGAN, J. **FUNK**, V., **KELLOFF**, C., **HOFFMAN**, M., **CREMERS**, G. and **FEUILLET**, C. 1992. "Checklist of the Plants of the Guianas". Smithsonian Institution, Washington, DC.

BURGUER, William y **TAYLOR**, Charlotte M. 1993. Flora Costarricensis. Family #202 Rubiaceae. FIELDIANA. Botany – New Series No. 33. Publication 1454, December. Museum of Natural History. U.S.A.

CAMPOS, D.F. 2001. Avispas parasíticas de la familia Braconidae (Hymenoptera) en Colombia: Diversidad genérica y distribución geográfica. Tesis de pregrado en Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

CHAZDON, Robin L.; **COLWELL**, Robert K.; **DENSLOW**, Julie S.; and **GUARIGUATA**, Manuel R. 1996. "Statistical Methods for Estimating Species Richness of Woody Regeneration in Primary and Secondary Rain Forests of N.E. Costa Rica".

COLWELL, R. & **CODDINGTON**, J. 1995. "Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation". In: Hawksworth, D.L. (Ed). "Biodiversity. Measurement and Estimation". The Royal Society. Chapman & Hall. London. 101-118.

CRONQUIST, Arthur. 1998. The Evolution and Classification of Flowering Plants. The New York Botanical Garden. U.S.A.

DELGADO, M.J. 2001. "Evaluación del Potencial de Integración y Análisis de Registros de Aves en Colombia". Trabajo de Grado – Carrera de Biología – Facultad de Ciencias – Pontificia Universidad Javeriana. Santafé de Bogotá.

DIRZO, R. Y **GÓMEZ**, G. 1996. "Ritmos temporales de la investigación taxonómica de plantas vasculares en México y una estimación del número de especies conocidas". Ann. Missouri Bot. Gard. 83: 396-403

ETTER, Andrés. 1998. "Mapa General de Ecosistemas de Colombia". Instituto Alexander von Humboldt.

FUNK, V. A., **ZERMOGLIO**, M. F. y **NASIR**, N. 1999. "Testing the use of specimen collection data and GIS in biodiversity exploration and conservation decision making in Guyana". Biodiversity and Conservation 8: 727-751

GENTRY, Alwyn H. 1992. "Diversity and Floristic Composition of Andean Forests of Peru and Adjacent Countries: Implications for their Conservation". Memorias del Museo de Historia Natural. U.N.M.S.M. (Lima) 21: 11-29.

GENTRY, Alwyn H. 1995. "Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests". Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. 103-126.

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT; **RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS**; **MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**; **ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE HERBARIOS**. 2001. "Estrategia nacional para la conservación de plantas". Bogotá, Colombia. Editado por Cristián Samper y Hernando García.

KRESS, W. J., **HEYER**, W. R., **ACEVEDO**, P., **CODDINGTON**, J., **COLE**, D., **ERWIN**, T. L., **MEGGERS**, B. J., **POGUE**, M., **THORINGTON**, R. W., **VARI**, R. P., **WEITZMAN**, M. J., y

WEITZMAN, S. H. 1998. "Amazonian biodiversity: assessing conservation priorities with taxonomic data". *Biodiversity and Conservation* 7, 1577-1587

LASSER, Tobias, y **STEYERMARK**, Julian A. 1974. "FLORA DE VENEZUELA". VOLUMEN IX. PRIMERA PARTE. RUBIACEAE.

LLORENTE, J. & **MORRONE**, J.J. 2001. "Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones". Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Primera Edición. México D.F.

MABBERLEY, D. J. 1997. *The Plant-Book. A portable dictionary of the vascular plants.* Cambridge University Press. U.K.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2001. "W3TROPICOS". En la dirección electrónica: <http://www.mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>.

MYERS, Norman, **MITTERMEIER**, Russell A., **MITTERMEIER**, Cristina G., **DA FONSECA**, Gustavo A.B. & **KENT**, Jennifer. "Biodiversity hotspots for conservation priorities". *Nature*. Vol. 403. 24 February. 2000.

NOSS, Reed F. "Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach". *Conservation Biology*. Volume 4, No. 4, December. 1990.

PENNISI, Elizabeth. 2000. "Taxonomic Revival". *Science*, 289. 2306 – 2308.

RAHBEK, Carsten. 1995. "The elevational gradient of species richness: a uniform pattern?". *Ecography* 18: 2.

SOBERÓN, J., **LLORENTE**, J. y **BENÍTEZ**, H. 1996. "An international view of national biological surveys". *Ann. Missouri Bot. Gard.* 83: 562-573

TER STEEGE, Hans, **JANSEN-JACOBS**, Marion J., and **DATADIN**, Vijay K. 2000. "Can botanical collections assist in a National protected Area Strategy in Guyana?". *Biodiversity and Conservation* 9: 215-240.

Anexo A
GÉNEROS *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae Juss.) de la Región Andina
Colombiana (Provincia Norandina según Hernández et al.)

Taxón	Hábitat	Altitud	Colección de Herbario Referencia	
<i>Elaeagia alterniramosa</i> Steyerem.	Ag AR<20 BMDHA	1000 - 2000	HMC 7069	FMB
<i>Elaeagia arborea</i> D.R. Simpson	BBDAH	1925 - 2100	CAA 3628	HUQ
<i>Elaeagia karstenii</i> Standl.	Acf Acñ AR<20	1300 - 2660	AG 79130	MO
<i>Elaeagia myriantha</i> (Standl.) C.M. Taylor & Hammel	Acf Acm AR<20 BBDAH BP	1300 - 2470	WD 2109	TULV
<i>Elaeagia pastoensis</i> Mora	Acm Ag AR<20 BBDAH BMDAR BMDHA	1000 - 2400	AC 6850	MO
<i>Elaeagia utilis</i> (Goud.) Wedd.	Acm Acñ AR<20 AR20 BBDAH BHS BMDAR BMDHA	1325 - 2500	BR 5749	PSO
<i>Faramea calytrata</i> C.M. Taylor	Acm AR<20 AR20 BMDHA	1100 - 2100	AG 59661	MO
<i>Faramea celata</i> Standl.	Acm AR<20	1300 - 1750	AG 35181	MO
<i>Faramea cestroides</i> Standl.	AR<20 BBDAH BP	1650 - 2460	MCV 845	HUQ
<i>Faramea chlorophylla</i> Muell. Arg.	AR<20 BMDHA	1390 - 1900	RS 1269	MO
<i>Faramea coffeoides</i> C.M. Taylor	AR<20	1325 - 1600	JCB 4431	PSO
<i>Faramea elegans</i> Standl. Ex Steyerem.	AR<20	1850 - 1900	OS de B 4065	PSO
<i>Faramea eurycarpa</i> Donn. Sm.	Acf BBDAH	2050 - 2200	PAS 395	CUVC
<i>Faramea flavicans</i> (Kunth ex Roem. & Schult.) Standl.	Acf Acm AR<20 AR20 BBDAH BMDAR	1000 - 3000	AFP 30012	HAFP
<i>Faramea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Aco BBDAH BMDAR BP	1400 - 2700	WD 437	TULV
<i>Faramea insignis</i> Standl.	Acf Acm Acñ	1100 - 2050	AG 48152	MO
<i>Faramea killipii</i> Standl.	Acm Ag AR<20	1500 - 2700	HMC 4633	FMB
<i>Faramea lehmannii</i> Standl.	AR<20	1200 - 1600	WD 3413	TULV
<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. ex DC.	AR<20 BBDAH BHS BMDHA	1000 - 2000	HMC 7177	FMB
<i>Faramea oblongifolia</i> Standl.	Acm Acñ AR<20 AR20 BMDHA	1300 - 2350	HMC 7129	FMB
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich.	Acñ AR<20 BBDAH BMDHA	1000 - 1940	HMC 7304	FMB

Taxón	Hábitat	Altitud	Colección de Herbario Referencia	
<i>Faramea parvibractea</i> Steyerem.	BDDAH BMDHA	1000 - 1420	JLF 10788	MO
<i>Faramea parvula</i> Standl.	AR<20 AR20	1100 - 1980	RF 4715	MO
<i>Faramea quinqueflora</i> Poepp. & Endl.	AR<20 BMDHA	1000 - 1070	HMC 6783	FMB
<i>Faramea tamberlikiana</i> Muell. Arg.	BMDHA	1000 - 1000	HMC 7064	FMB
<i>Faramea torquata</i> Muell. Arg.	AR<20	1550 - 1600	AG 78903	MO
<i>Faramea uncinata</i> C.M. Taylor	BMDHA	1000 - 1300	HMC 5643	FMB

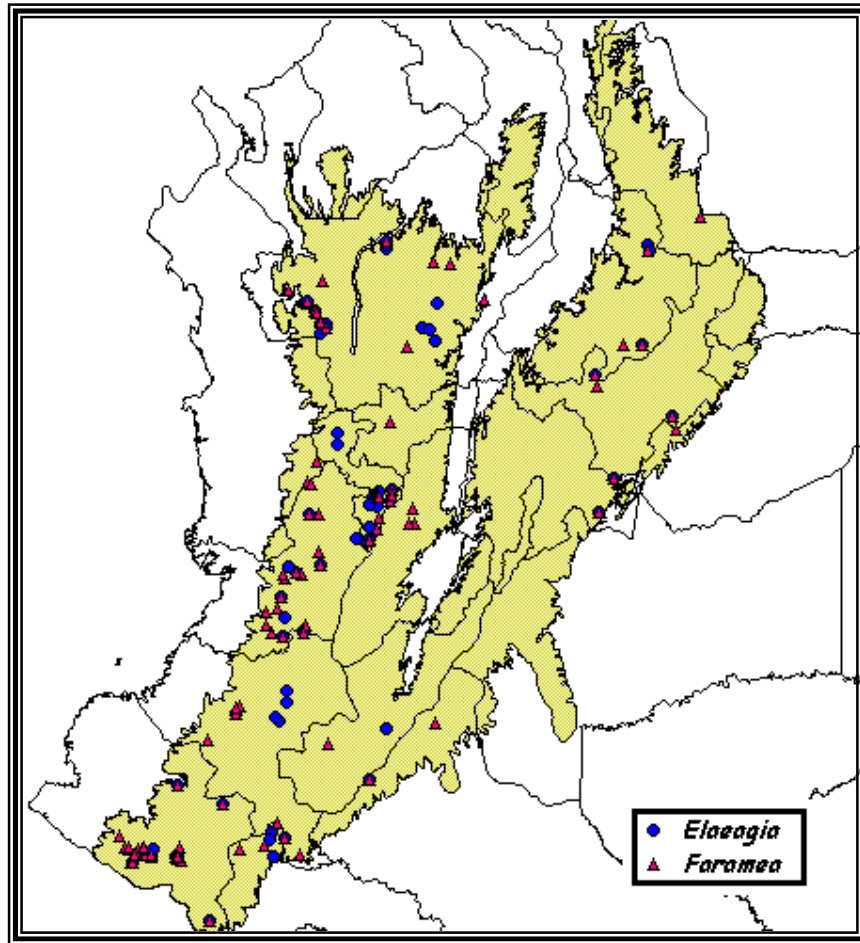
CÓDIGOS DE LOS ECOSISTEMAS

CÓDIGO	ECOSISTEMA
Acf	Agroecosistemas Cafeteros
Acm	Agroecosistemas Campesinos mixtos
Acñ	Agroecosistemas Cañeros
Aco	Agroecosistemas Colonos mixtos
Ag	Agroecosistemas Ganaderos semi-intensivos e intensivos
AR<20	Areas Rurales intervenidas no diferenciadas (< 20% de la cobertura original)
AR20	Areas Rurales intervenidas no diferenciadas (20 a 50% de la cobert. original)
BDDAH	BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla
BMDAR	BMD Andinos y Alto-andinos de Roble
BMDHA	BMD Húmedos Andinos
BHS	Bosques Húmedos Sub-andinos
BP	Bosques Plantados (Pino, Eucalipto, Cipres)

Anexo B

MAPA 1 -

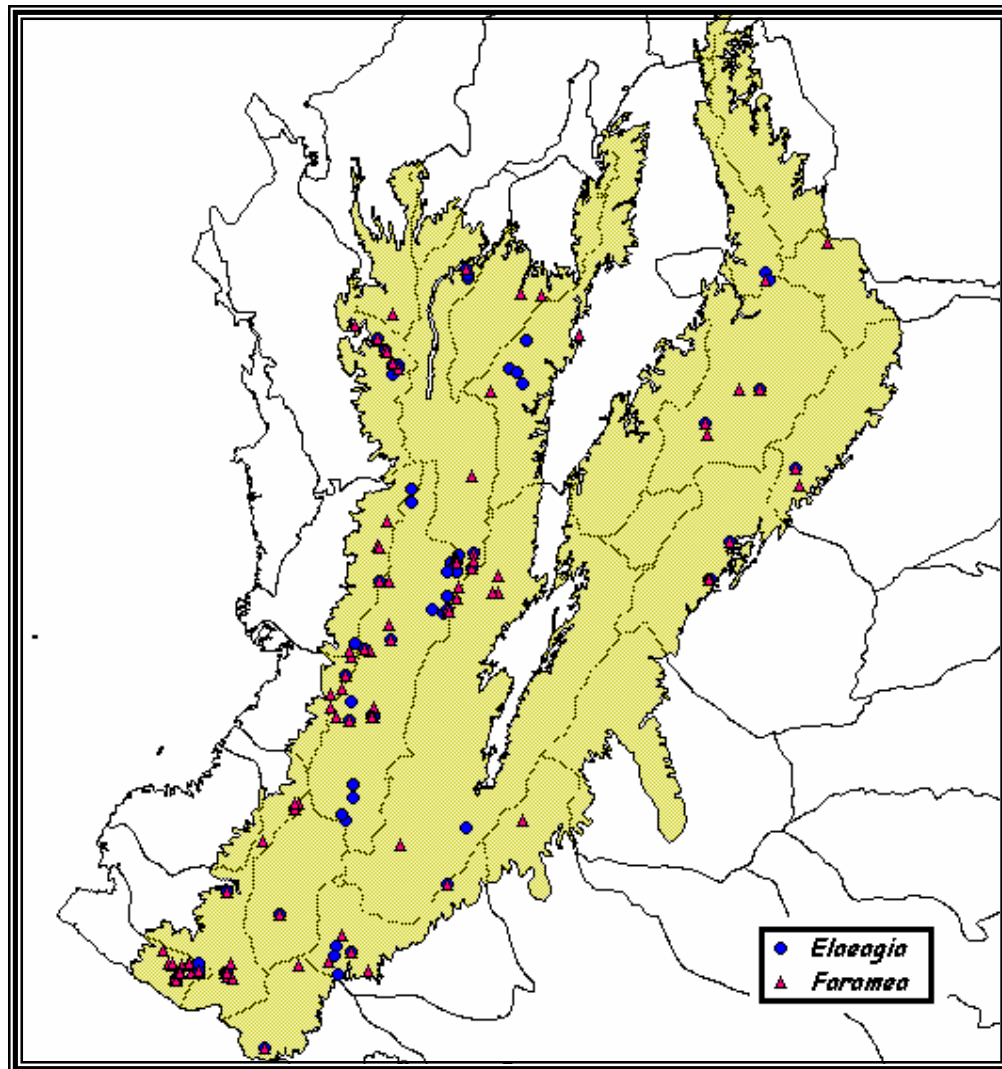
Distribución geográfica de registros de colecciones de herbario sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, comparado con la cobertura de los departamentos de Colombia



Anexo C

MAPA 2

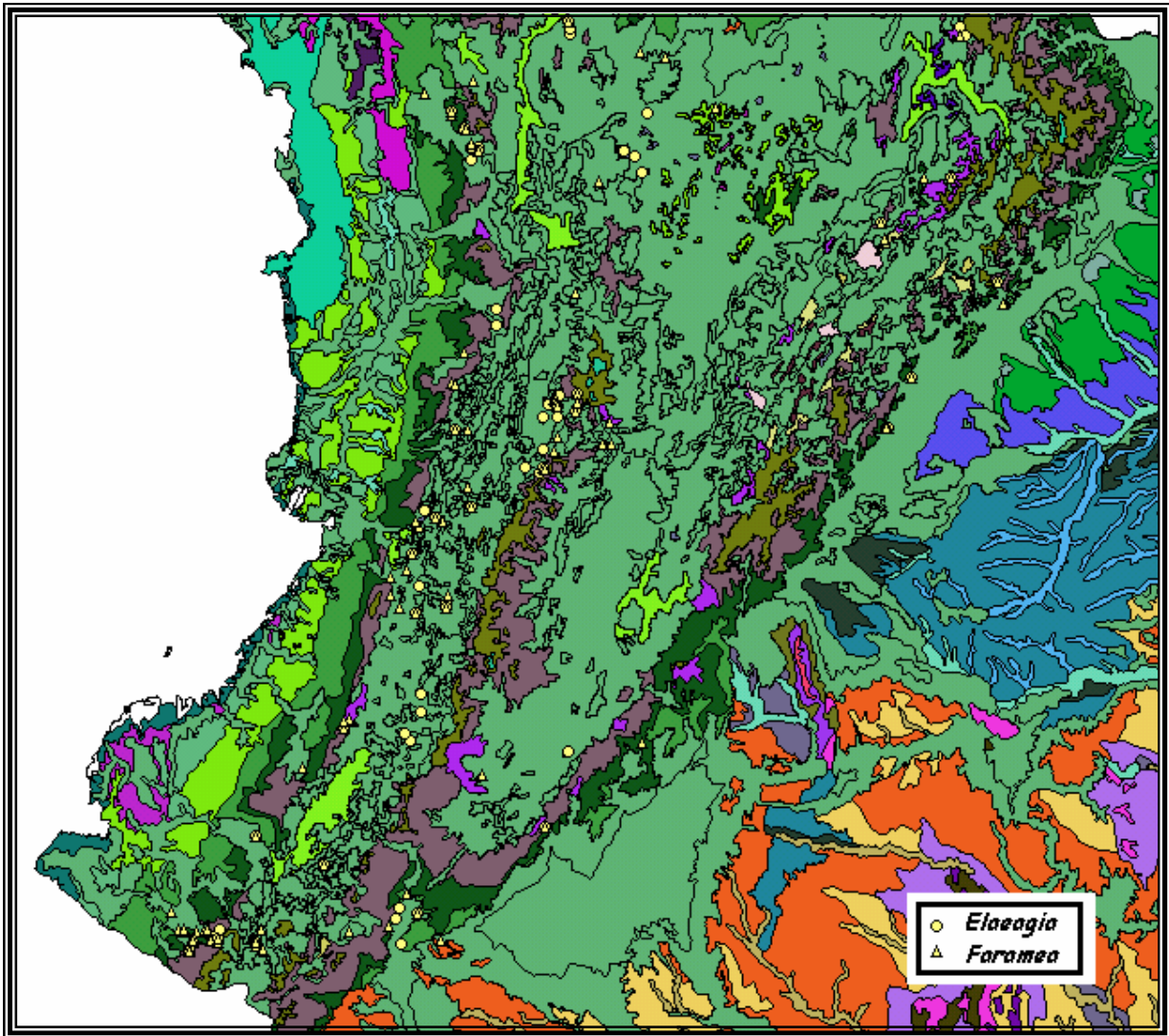
Distribución geográfica de registros de colecciones de herbario sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, comparado con la cobertura de las subcuencas de Colombia



Anexo D

MAPA 3

Distribución geográfica de registros de colecciones de herbario sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados sobre la región andina colombiana, comparado con la cobertura de los ecosistemas de Colombia (*sensu* Etter 1998)



AA subdesertico con suculentas	BMD de las planicies residuales arenosas
Arbustales esclerófilos de cimas de las Serran	BMD de las serranías guayanesas
BAD de las Colinas Altas	BMD de los bosques de galería y morichales
BAD (1) de las terrazas antiguas de los grande	BMD Húmedos Andinos
BAD de las llanuras de inundación de ríos and	BMD Montanos de la Sierra de la Macarena
BAD de las Terrazas	BMD y BBA inundables de Natal, Sajal y Naid
BAD de las Terrazas y la Planicie sedimentaria	BMD y BBD de las llanuras de inundación de
BAD de las varzeas amazónicas	Bosques Húmedos Sub-andinos
BAD de manglar hiperhúmedo (Pacífico)	Bosques Secos y matorrales secundarios xero
BAD inundables de Catival	Dunas con vegetación escasa
BAD Planicie del Piedemonte Llanero	Humedales de Altiplano Cundi-boyacense
BAD Planicie sedimentaria fuertemente ondul	Matorrales xerofíticos Andinos y Alto-andinos(
BAD Planicie sedimentaria fuertemente ondul	Mosaico de sabanas inundables y bosques de
BAD Planicie sedimentaria fuertemente ondul	P ramos Húmedos
BAD Planicie sedimentaria lig. ondulada del r	P ramos Secos
BAD Planicie sedimentaria ligeram. ondulada	Sabanas casmófitas de cimas de las Serranías
BAD Sub-Montanos de la Sierra de la Macare	Sabanas con arbustos de los médanos
BBA Caatingas Bajas	Sabanas de Altillanura muy disectada
BBA secos y BBD de niebla de la Macuira	Sabanas de Altillanura Plana
BBD Alto-andinos Húmedos y de Niebla	Sabanas de la Altillanura Arenosa Guayanesa
BBD Alto-andinos secos	Sabanas de las terrazas antiguas
BBD de manglar en clima seco (Caribe)	Sabanas Hiperestacionales de ciperáceas y ra
BBD de niebla de la Sierra de la Macarena	Sabanas Intra-andinas >1500 m
BMA aluviales de los ríos de agua semi-perma	Sabanas inundables de la llanura epílica
BMA aluviales y vegetación en pantanos y cil	Sabanas no inundables del piedemonte
BMD (1) de los planos estructurales arenosos	Superp ramos
BMD Andinos y Alto-andinos de Roble	Vegetación dispersa de desierto de La Guajira
BMD Caatingas Altas	Áreas rurales intervenidas no
BMD caducifolios de las planicies disectadas	diferenciadas (<20% de la cobertura
BMD de la planicie arenosa fuertemente ondul	vegetal original
BMD de la planicie arenosa residual ligeramei	

Anexo E

MAPA 4

Evidencias del "Síndrome del Colector" (Soberón et al. 1996), o "Efecto de Carretera" (Chazdon et al. 1996; Campos 2000) en la distribución geográfica de registros de colecciones de herbario sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) colectados en la región andina colombiana, comparado con la cobertura de las vías de Colombia

