

**PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE INVESTIGACIÓN PARA LA FAMILIA FORMICIDAE
(HYMENOPTERA) EN LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO.**

ANA MARÍA BASTIDAS URRUTIA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
2009**

**PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE INVESTIGACIÓN PARA LA FAMILIA FORMICIDAE
(HYMENOPTERA) EN LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO.**

ANA MARÍA BASTIDAS URRUTIA

REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE BIÓLOGA

**Directora
Ph.D DORA NANCY PADILLA**

**Directora
M. Sc. GISELLE ZAMBRANO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
2009**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Directora

Directora

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

A esa persona que me acompaña en la soledad de mis pasos, en el silencio de la madrugada y es quien comparte este triunfo. Porque aunque ya no estas entre nosotros, esto también es tuyo. Dedico la culminación de esta etapa de mi vida a una mujer maravillosa, ejemplo de madre, de esposa, de hermana, de amiga y de abuela. A la mas bonita de todas las Rosas a mi abuelita Vila, que aunque no esta presente físicamente, la siento en cada palpitar de mi corazón en cada paso de mi caminar, en la sonrisa de mi madre y en la mirada de mi padre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estar aquí y culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida haber hecho parte de toda ella, por su guía y por su compañía en mí caminar.

A mi Madre y mi Padre por su respaldo y compañía incondicional, por su amor y su confianza, por su fe en que cada día puedo ser mejor. A mis hermanos, Gabo y Chente, por su compañía y todo su respaldo, por las risas y las peleas, por ser simplemente maravillosos.

A mi familia por su preocupación y respaldo, por la paciencia en este largo proceso de mi formación como profesional y como adulta. A mis Abuelos, porque siempre estuvieron allí, pendientes de cada paso que daba en esta etapa que hoy culmina.

A Mauricio Sarmiento Pancho, por su colaboración, apoyo y respaldo en los sistemas de información geográfica de este proyecto. También por su presencia, lejos, cerca, por todo lo vivido y lo recordado, por lo soñado y lo disfrutado, por lo que fue, por lo que es y por lo que vendrá. Gracias por tus palabras, tu compañía, tu apoyo, tu amor. Porque ocupas un lugar muy especial en mi alma y en mi corazón.

A Daniela Urrutia, miles de gracias por la paciencia, y por hacerme entender que a través de las letras también se revela un pedacito del alma.

A Giselle Zambrano y Dora Nancy Padilla, mis asesoras, por toda la confianza que depositaron en mí, por creer aun sin conocer, por su apoyo incondicional y su respaldo necesario.

A Tito Bacca y Guillermo Castillo, mis jurados, por las correcciones, por la paciencia y la impaciencia, por soportar el acoso desmedido de mí parte, por sacarme siempre un tiempito y por ayudarme a finalizar este proceso de formación profesional.

A Viviana Samboní, Marcela Jojoa y Sandra Álvarez, por ser incondicionales amigas, por todos los recuerdos que nos unen y que en ocasiones nos separaron; gracias porque descubrí, a diferencia de lo que muchos piensan, que en la Universidad si es posible encontrar verdaderos amigos.

A Jhon Jairo Calderón, por las lagrimas y las risas, por las carcajadas y las rabias, por los trasnochos y las fundidas, por compartir conmigo un poquito de ese amor que siente por esta carrera, por enseñarme a amar la biología desde su amor por las aves, por ser el

cómplice, el compañero, el amigo, el camarada, el alcahueta y el acusador, el biólogo y el ser humano... Gracias JJ por todos los recuerdos bonitos y por los no muy bonitos también, gracias por GAICA, por enseñarme a disfrutar cada día, cada amanecer y aprender de lo que se hizo y de lo que no, por mostrarme que perder no es una opción en la vida, porque o se gana o se empata. Un pedacito de mi corazón atesora todos esos recuerdos y vivencias que compartí junto a usted.

A Johanna Murillo y Wilian Bonilla, por esa amistad tan bonita que aun a distancia se mantiene y se fortalece. También por transmitirme un poco de ese gusto por la biología y la disciplina de creer que los sueños si se pueden hacer realidad; por enseñarme a creer en mi, a punta de regaños y vaciadas, por enseñarme a sacar lo mejor de cada critica y a reponerme de cualquier agravio y por demostrarme que una nota no lo es todo, cuando se entrega el amor y la pasión en lo que se hace.

A Erika Vergara por haber sembrado en mí el amor por las hormigas, además del valor y el respeto que debemos sentir por ellas.

A Guillermo Castillo por el amor que me transmitió por la entomología, por haber sido un hombro en el que pude llorar, por sus consejos tan acertados y sus palabras de aliento en el momento mas indicado, por creer en mi y recordarme lo mucho que valgo, por ser mas que un profesor, un gran amigo.

A Luz Estela Lagos y Arsenio Hidalgo, por creer siempre en mí, por absurda o arriesgada que pudiera parecer la idea. Gracias porque con su apoyo me enseñaron a soñar y a volar.

A Germán Amat, Roberto José Guerrero y Mónica Ospina, por su gran colaboración durante la ejecución de este proyecto. Por la identificación de algunos ejemplares de hormigas, por sus opiniones, sus recomendaciones y sus observaciones.

A Fernando Fernández y Marcela Ortiz, por su amabilidad, su paciencia, su colaboración en la identificación de ejemplares mirmecológicos y por esa entrega y apertura que los caracteriza, por haberme hecho sentir en el Instituto como parte de una familia. Del mismo modo David Donoso, por su colaboración en la identificación de material mirmecológico.

A Andrés Vivas, por su guía durante el uso de los indicadores del Estado actual del conocimiento.

A Amanda Muñoz, por todo. Desde la traducción del anteproyecto, hasta el abstract. Amanita, siempre, desde el principio al fin, has estado ahí; miles de gracias por tu colaboración y preocupación, por tus palabras y tu energía bonita. Ahora si te puede decir colega.

A Diana Moncayo, porque durante dos años, más que una amiga se convirtió en mi hermanita mayor y mi confidente. Gracias Dianita por dos de los años más bonitos que pase en esta etapa de mi vida. Como me lo decías tú, que Dios te colme de bendiciones y de cosas maravillosas, porque tú eres una mujer maravillosa.

A las siguientes instituciones:

Al IDEA WILD por su financiación en la compra de los equipos; al Instituto de Ciencias Naturales de la universidad Nacional de Colombia-ICN, por tan grata, educativa, generosa, amable y cálida acogida en sus instalaciones y por parte de todos y cada uno de sus miembros; al Instituto Alexander von Humboldt-IAvH, por permitirme ingresar en sus recintos y recordarme lo maravillosa que es la biología y lo especial de quienes trabajan en pro de ella; a la colección de Entomología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, por su colaboración en la consecución de la información; a la colección Entomología de la Universidad del Valle-MEUV y del Museo de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia-UNAB, por su contribución en la información necesaria para este trabajo.

A Mauricio Rodríguez y a Guido Villota por su absoluta e ilimitada colaboración y entrega, por todo lo que hicieron y lo que dejaron de hacer, por la incondicionalidad. Gracias Mauri por ser mi confidente y ser mi gran amigo, por las palabras y por los recuerdos, por hacer del laboratorio una segunda casa para mi, y tu un hermanito mas.

Y a todas y cada una de esas personas que hicieron parte de mi crecimiento tanto personal como profesional: Andrés Hidalgo, Mercedes Ortega, Marian Cabrera, Diego Martínez, Diana Granja, Vanessa Sáenz, Iván Gil, Lilian Cabrera, Ana Patricia Estrada, Carolina Obando, Juan Manuel Martínez, Juan Carlos de las Casas, Carolina Polania, Vianys Herrera, Dannytza Cortez, Sandra Cabrera, Catalina Fernández, Ángela Benavidez, Carlos Ignacio Aguilar, Ronald Darío Cisneros, Jaime Castro Rendón, Patricia Gonzales, Lorena Rosero, Jimena Nupan, Jennifer Riascos, Gina Narváez, Carmen Embus, Silvia Montenegro, Diana Caicedo, Marta Chalparizan, Maritza Jaramillo, Yina Pantoja, Carlos Andrés Cruz, Chava Buttkus, Chiqui Rivera, Paul Ashford, Cristian Florez, Mauricio Florez, Yuly Caicedo, Alejandro Cabrera, Camilo Ospina, Carlos Castro Rendón, Marcela Vela, Margoth Solarte, Marina Rave, Juan Pablo Vargas, Lina Villegas, Juan Carlos Castillo, José Ernesto Pérez, Johanna Castillo, Patricia Botina, Sandra Urbano, Simón Felipe, Adriana Bonilla, Natalia Bacca, María Elena Solarte, Belisario Cepeda, Mónica Liliana, Jaqueline Mena, Oscar Burbano, Aida Elena Bacca, Aida Lucia Patiño, Álvaro Pazos, Julito, María Teresa Narváez, Gloria Pantoja, Oswaldo Arcos, Cristina Calderón, Ruby Rodríguez, William Rosero, las bibliotecarias del ICN, y todas aquellas personas que el no recordar su nombre no quiere decir que no hagan parte de este triunfo que también es suyo.

A Mauricio Perdomo, por su apoyo incondicional, su compañía en la distancia, por creer en mí aun sin conocerme y por ser simplemente TÚ.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	Pag.
ABSTRAC	
INTRODUCCIÓN	23
1. OBJETIVOS	27
1.1 GENERAL	27
1.2 ESPECÍFICOS	27
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
3. JUSTIFICACIÓN	31
4. MARCO TEÓRICO	33
4.1 ANTECEDENTES	33
4.2 CONOCIMIENTO ACTUAL DE LA DIVERSIDAD DE HORMIGAS	34
4.2.1 Conocimiento actual de hormigas en Colombia.	36
4.2.2 Conocimiento actual de hormigas para Cauca y Nariño.	37
5. MATERIALES Y MÉTODOS	39
5.1 ÁREA DE ESTUDIO	39
5.2 METODOLOGÍA	40
5.2.1 Fase I	44
5.2.1.1 Recopilación de la información.	44
- Visitas a colecciones biológicas.	44
- Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica De la Universidad de Nariño.	45
- Solicitud base de datos.	46

- Recopilación bibliográfica.	46
5.2.1.2 Organización de la información.	47
- Sistematización.	47
- Validación taxonómica.	47
- Georeferenciación.	48
- Validación geográfica.	48
- Filtración.	49
5.2.1.3 Análisis de la información.	49
- Cálculo y evaluación de la información recopilada	49
- Riqueza de géneros de formícidos	49
- Evaluación del estado actual del conocimiento.	50
o Indicadores de Representatividad	51
o Indicadores de Complementariedad	52
o Indicadores de Completitud	53
- Coberturas geográficas	54
o Biomas	54
o Cobertura vegetal	56
o Distritos biogeográficos	58
5.2.2 Fase II: Priorización de áreas de investigación (análisis SIG, Uso de Índices de Fragmentación).	60
5.2.2.1 Los sistemas de información geográfica – SIG.	60
5.2.2.2 Indicadores para la evaluación de la fragmentación.	62
- Índices de la superficie de los ecosistemas en áreas de interés	62
- Índices de fragmentación de las áreas de interés.	62

- Índices que cuantifican la complejidad de la forma de los fragmentos para cada tipo de unidad de paisaje.	63
- Índices que cuantifican la composición de un área de interés	64
Riqueza.	64
Diversidad.	64
Similitud.	64
6 RESULTADOS	66
6.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN (IDENTIFICACIÓN, SISTEMATIZACIÓN, FILTRADO, VALIDACIÓN, GEOREFERENCIACIÓN)	66
6.1.1 Visita a museos y colecciones biológicas.	66
6.1.2 Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica de la universidad de Nariño.	66
- <i>Myrmelachista joicey</i> (Longino, 2006)	67
- <i>Pachycondyla schoedli</i> (Mackay y Mackay, 2006)	68
6.1.3 Solicitud base de datos.	68
6.1.4 recopilación bibliográfica.	69
6.2 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	71
6.2.1 Sistematización.	71
6.2.2 Validación taxonómica.	72
6.2.3 Georeferenciación y Validación geográfica.	72
6.2.4 Validación Geográfica.	73
6.2.5 Filtración de la información.	73
6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	76
6.3.1 Cálculo y evaluación de la información recopilada.	76
6.3.1.1 Riqueza de géneros de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño.	76

6.3.1.4 Evaluación del estado actual del conocimiento.	76
- Indicadores de representatividad.	76
- Indicadores de representatividad taxonómica de colecciones por grupos biológicos.	76
- Indicadores de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos	79
o Representatividad geográfica de las colecciones	79
o Representatividad geográfica en las colecciones por coberturas geográfica.	79
- Representatividad geográfica en Biomas.	80
- Representatividad geográfica de coberturas vegetales.	82
- Representatividad geográfica de Distritos Biogeográficos.	84
- Indicadores de complementariedad.	87
- Indicadores de complementariedad taxonómica (entre pares de conjuntos de datos).	87
- Indicadores de complementariedad geográfica (entre pares de conjuntos de datos).	88
o Complementariedad geográfica por biomas.	88
o Complementariedad geográfica para colecciones por coberturas vegetales.	88
o Complementariedad geográfica para colecciones por distritos biogeográficos.	89
- Complementariedad Total.	90
o Para Taxones.	90
o Para Coberturas Geográficas.	90
- Indicadores de completitud.	90
- Indicadores de completitud de un conjunto de datos.	90
o Completitud en colecciones.	90
o Completitud por variables	91
- Indicador de cantidad de información en colecciones (Taxones).	92

- Indicador de Densidad de información de colecciones por unidad de área (localidades, registros, taxones).	94
o Densidad de información de colecciones en biomas.	94
- Densidad de información de localidades	95
- Densidad de información de registros	97
- Densidad de información de taxones (subfamilias y géneros)	97
o Densidad de información de colecciones en Cobertura vegetal.	103
- Densidad de información de localidades	103
- Densidad de información de registros	106
- Densidad de información de taxones (subfamilias y géneros)	108
o Densidad de información de distritos.	111
- Densidad de información de localidades	111
- Densidad de información de registros	114
- Densidad de información de taxones (subfamilias y géneros)	116
- Intensidad de muestreo en colecciones.	120
o Intensidad de muestreo para cada colección.	120
o Intensidad de muestreo para cada subfamilia.	120
o Intensidad de muestreo para unidades de area.	122
- Cobertura geográfica de colecciones	122
6.3.2 Priorización de áreas de investigación (análisis SIG, Uso de indicadores de la evaluación de la fragmentación)	126
Indicadores para la evaluación de la fragmentación	126
6.3.2.1 Fragmentación de biomas.	126
6.3.2.2 Fragmentación de distritos.	132

7. DISCUSIÓN	139
7.1 RIQUEZA DE FORMÍCIDOS A NIVEL DE GÉNERO PARA LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO.	139
7.2 EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DE FORMÍCIDOS PARA LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO	140
7.2.1 Indicadores de representatividad	141
7.2.2 Indicadores de complementariedad	145
7.2.3 Indicadores de completitud	145
7.3 PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE INVESTIGACIÓN PARA FORMÍCIDOS	149
7.3.1 En Biomas	150
7.3.2 En Distritos	150
8. CONCLUSIONES	159
9. RECOMENDACIONES	163
10. BIBLIOGRAFÍA	166
11. ANEXOS	179

LISTA DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Área de localización de este estudio en Colombia.	39
Mapa 2. Área de Estudio. Sarmiento 2007.	39
Mapa 3. Mapas de biomas de los departamentos de Cauca y Nariño.	53
Mapa 4. Mapa de Coberturas Vegetales de los departamentos de Cauca y Nariño.	57
Mapa 5. Mapa de Distritos Biogeográficos de los departamentos de Cauca y Nariño.	59
Mapa 6. Distribución de los registros de formícidos para Cauca y Nariño, en sus respectivas localidades.	75
Mapa 7. Densidad de localidades muestreadas en biomas, para los departamentos de Cauca y Nariño.	96
Mapa 8. Densidad de registros muestreadas en biomas, para los departamentos de Cauca y Nariño.	98
Mapa 9. Densidad de subfamilias muestreadas en biomas, para los departamentos de Cauca y Nariño.	100
Mapa 10. Densidad de géneros en biomas para los departamentos de Cauca y Nariño.	102
Mapa 11. Densidad de localidades muestreadas en coberturas vegetales, para los departamentos de Cauca y Nariño.	103
Mapa 12. Densidad de registros en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.	107
Mapa 13. Densidad de subfamilias en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.	109
Mapa 14. Densidad de géneros en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.	110
Mapa 15. Densidad de localidades muestreadas en distritos geográficos, para los departamentos de Cauca y Nariño.	113
Mapa 16. Densidad de registros en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.	115
Mapa 17. Densidad de subfamilias en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.	116
Mapa 18. Densidad de géneros en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.	119
Mapa 19. Intensidad de muestreo según número de registros y géneros de hormigas por localidad, identificada para los departamentos del Cauca y Nariño.	122
Mapa 20. Representación de la cobertura geográfica de colecciones biológicas por número de registros para formícidos pertenecientes a los departamentos de Cauca y Nariño.	125
Mapa 21. Grado de fragmentación en Biomas de los departamentos de Cauca y Nariño.	130
Mapa 21.a Biomas de los departamentos de Cauca y Nariño priorizados por su alta fragmentación.	131

Mapa 22. Grado de fragmentación en Distritos de los departamentos de Cauca y Nariño	136
Mapa 22.a Distritos biogeográficos de los departamentos de Cauca y Nariño priorizados por su alta fragmentación.	137

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, encontrados en las colecciones biológicas por visita personal.	66
Tabla 2. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, adquiridos en forma de base de datos	69
Tabla 3. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, encontrados en la literatura.	70
Tabla 4. Número de registros de hormigas encontrados para los departamentos de Cauca y Nariño, discriminados por colección biológica.	71
Tabla 5. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño depurados y discriminados por colección biológica.	73
Tabla 6. Riqueza de géneros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño con su respectivo número de registros, discriminado por departamento.	76
Tabla 7. Porcentaje de géneros y subfamilias de hormigas por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Colombia.	78
Tabla 8. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de géneros entre colecciones biológicas.	87
Tabla 9. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de biomas entre colecciones biológicas.	88
Tabla 10. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de coberturas vegetales entre colecciones biológicas.	88
Tabla 11. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de distritos biogeográficos entre colecciones biológicas.	89
Tabla 12. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington para el total de géneros.	90
Tabla 13. Valores del índice de complementariedad de <i>Colwell y Coddington</i> (1994) para el total de coberturas geográficas.	91
Tabla 14. Área cubierta por cada colección biológica, en la colecta de formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño.	123
Tabla 15. Composición de los Biomas prioritarios de los departamentos de Cauca y Nariño	132
Tabla 16. Composición de los Distritos biogeográficos prioritarios de los departamentos de Cauca y Nariño discriminado por coberturas geográficas.	138

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Descripción indicadores de representatividad.	51
Cuadro 2. Descripción Indicadores de Complementariedad.	52
Cuadro 3. Descripción Indicadores de Completitud.	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagramación índices para la evaluación de la fragmentación.	63
Figura 2. <i>Myrmelachista joicey</i> . Nuevo reporte para Colombia y Suramérica.	67
Figura 3. Fotografías de <i>Pachycondyla schoedli</i> . Nuevo reporte para Colombia, por confirmar.	68

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Porcentaje de géneros y subfamilias de hormigas por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Colombia.	77
Grafica 2. Porcentaje de géneros y subfamilias por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Colombia, discriminado por departamento.	78
Grafica 3. Porcentaje de representatividad geográfica de coberturas geográficas por colecciones biológicas.	80
Grafica 4. Porcentaje de registros de hormigas de Cauca y Nariño, en biomas por Colecciones biológicas.	81
Grafica 5. Porcentaje de registros en coberturas vegetales por colecciones biológicas.	83
Grafica 6. Porcentaje de registros en distritos biogeográficos por colecciones biológicas.	85
Grafica 7. Porcentaje de completitud de datos asociados a registros de formícidos por colección biológica.	91
Grafica 8. Número de registros, localidades y géneros de hormigas por subfamilia para los departamentos de Cauca y Nariño.	93
Grafica 9. Número de géneros de hormigas por subfamilia para los departamentos de Cauca y Nariño.	94
Grafica 10. Número de registros/localidad y género/localidad por la colección biológica.	120

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Tabla de registros mirmecológicos	179
Anexo B. Indicadores del estado actual del conocimiento.	180
Anexo C. Coberturas geográficas presentes en los departamentos de Cauca y Nariño.	201
Anexo D. Matriz de valoración de la fragmentación.	206
Anexo E. Hojas metodológicas correspondientes a los indicadores que evalúan la fragmentación.	217
Anexo F. Listado de hormigas de la colección de la Universidad de Nariño PSO-CZ identificadas durante este estudio.	222
Anexo G. Listado de la bibliografía revisada durante la recopilación de la información, discriminad por volumen y artículos.	230
Anexo H. Gráfico de número de registros en Colecciones Internacionales y nacionales diferentes a las presentadas.	233
Anexo I. Listado completo de formícidos reportados para los departamentos de Cauca y Nariño, discriminado por subfamilia.	234
Anexo J. Cálculos para la obtención del índice de Colwell y Coddington para complementariedad taxonómica, geográfica y total.	243
Anexo K. Matriz completa para la obtención de los índices de fragmentación para coberturas vegetales naturales en biomas y distritos biogeográficos.	250

RESUMEN

El objetivo de esta investigación radica en la identificación y priorización de áreas importantes para la investigación mirmecofaunística en los departamentos de Cauca y Nariño.

Este estudio se realizó en un periodo comprendido entre el mes de junio de 2007 al mes de junio de 2009. Después de revisar 2254 artículos, revistas y documentos y visitar seis colecciones biológicas del país, se encontró un total de 3442 registros divididos en 78 géneros; 1658 para el departamento del Cauca con 59 géneros y 1784 para el departamento de Nariño con 70 géneros.

Una vez aplicados, evaluados, analizados y discutidos ampliamente, los índices de evaluación del estado de conocimiento y los indicadores de fragmentación, arrojaron los siguientes resultados:

- La colección que cuenta con mayor representatividad taxonómica corresponde a la colección del IAvH-E, dada la importancia, reconocimiento, personal e instalaciones con que cuenta.
- Los biomas son las coberturas geográficas que cuentan con mejor representatividad dado que cada bioma ocupa una gran área de la zona estudiada.
- La complementariedad tanto taxonómica como geográfica es baja, lo que evidencia que se comparten gran número de ejemplares entre las colecciones.
- La falta de severidad en la toma de datos de campo perjudica el espécimen colectado, dificultando su espacialización y contexto ecológico.
- La colección de la Universidad de Nariño, a pesar de no contar con las condiciones más óptimas de curaduría tiene la cobertura geográfica de colecta más elevada para los dos departamentos (Cauca y Nariño).
- Las áreas menos estudiadas en formícidos y con mayor grado de fragmentación para los dos departamentos, corresponden a las zonas asociadas a los Andes Tropicales Medios, de manera especial la vegetación secundaria del valle seco del Patía y del pacífico caucano y los bosques naturales de los bosques andinos (ver mapa 1 y mapa 2).

Esta identificación de prioridades de investigación biológica, en este caso de formícidos, es esencial para consolidar la información de la misma, a fin de obtener resultados que permitan el pronóstico y evaluación de esta familia a nivel regional y facilitar la toma de decisiones y el enfoque adecuado para una investigación en biodiversidad, colaborando en la ampliación del inventario nacional de biodiversidad.

ABSTRACT

The objective of this research was the identification and prioritization of the important stinging insects fauna investigation areas in the departments of Cauca and Nariño.

The research was accomplished in a period from January 2007 through July 2009. After checking 2254 articles, magazines and documents and visit six biological collections of the country (Colombia); it was found a total of 3442 records divided in 78 genres; 1658 for the department of Cauca with 59 genres and 1784 for the department of Nariño with 70 genres.

Once applied, evaluated, analyzed and widely discussed, the evaluation indexes of the knowledge condition and the fragmentation indicators, the following results were obtained:

- The collection that has the most taxonomic representativity corresponds to the IAvH-E collection, because of its importance, recognition, personnel and the facilities it owns.
- The biomas are the geographical coverages that have best representation because every bioma occupies a big area of the studied zone.
- The taxonomic complementarity as well as the geographical complementarity is low, which demonstrates that a great number of specimens are shared among the collections.
- The lack of rigor in the capture of field data affects the collected specimen, impeding its spatial location and ecological context.
- In spite of not possessing the ideal conditions of guardianship, the collection of Nariño university has the most complete geographical coverage collection for both departments (Cauca and Nariño).
- The least studied areas in stinging insects and with a deeper degree of fragmentation for both departments, correspond to the zones associated with the middle tropical Andes, specially the secondary vegetation of the dry valley of the Patía and the Pacific area of the department of Cauca and the natural forests of the Andean forests.

This identification of priorities of biological research, in this case of stinging insects, is essential to consolidate information of the in order to obtain results that allow the diagnose and evaluation of this family in a regional level and facilitate the decisions and the accurate approach for an investigation in biodiversity, collaborating in the extension of the national inventory of biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Los departamentos de Cauca y Nariño presentan tres (3) de las regiones biogeográficas más importantes del país.

Dada la influencia de factores geográficos y medioambientales, los dos departamentos cuentan con más de 90 ecosistemas, 12 biomas, 19 coberturas vegetales y 22 distritos biogeográficos¹; lo que ha generado que se presente gran especiación tanto en la fauna como en la flora, ubicando a estos departamentos como una de las regiones con las más altas tasas de endemismo y biodiversidad en Colombia.

Dentro de esta biodiversidad, las hormigas ocupan al menos la tercera parte de la biomasa animal presente, dada la variedad y el volumen de sus colonias; son insectos dominantes en los ecosistemas tropicales, en los que influyen en la estructura y dinámica de suelos y árboles. La alta diversidad, además de adaptabilidad y abundancia en los ecosistemas terrestres ha convertido a las hormigas en un grupo de estudio muy importante.

Esto ha generado que en la última década se haya incrementado el uso de estos insectos en estudios de biodiversidad², por lo que es fundamental el conocer su distribución geográfica³. Además, algunos grupos se han especializado en ecosistemas típicos; dichas especializaciones las convierten en organismos sensibles a las alteraciones de su hábitat⁴.

Las hormigas son un grupo cuya taxonomía es relativamente estable y su morfología es bien conocida. Sin embargo, es muy poco lo que realmente se sabe de ellas, en cuanto a distribución se refiere, debido a la falta de una base de datos geográfica, que consolide la riqueza existente tanto a nivel nacional como regional.

¹ HERNÁNDEZ, J., A. HURTADO, R. ORTIZ Y T. WALSCHBURGER. Unidades Biogeográficas de Colombia. En: HALFFTER, G. (compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. 1992. volumen especial. 105-151 p.

² ALONSO, L.E. y AGOSTI, D. Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: An Overview, pp. 1-8. 2000. En: D. AGOSTI, J.D. MAJER, L.E. ALONSO y T.R. SCHULTZ, eds., Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press. Washington. 2000. 280 p.

³ ARIAS, T. Nota Breve Nuevos Registros de Especies de Hormigas de la Subfamilia Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae) Para Colombia. En: Caldasia. 2003. vol. 25, no 2, 429-431 p.

⁴ HÖLDOBLER, B. y WILSON, E. The Ants. 1990. Harvard University Press, Cambridge.

Esta problemática es cada vez más grave por la intervención que el hombre está generando sobre los ecosistemas y la poca información que aun se tiene sobre algunas localidades.

Esta acción generada por el hombre, produce la división de un hábitat y se conoce como fragmentación; esta se genera por la ampliación de fronteras agrícolas, el uso inadecuado del suelo y la deforestación. Por todo lo anterior, la fragmentación es considerada como una de las principales causantes de grandes cambios en el ambiente físico-biótico provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan⁵.

Debido a esto, los fragmentos varían en su tamaño, forma y naturaleza y por tanto, las condiciones inmediatamente adyacentes a él, generando una mayor o menor durabilidad de dicho fragmento; un tamaño muy pequeño o una forma irregularmente marcada podrían causar una rápida desaparición de dicho relicto de ecosistema y por ende la extinción de las especies que en él habitan⁶.

Durante el desarrollo de este estudio, la categoría taxonómica trabajada para la evaluación y la priorización de áreas de investigación mirmecofaunística fue a nivel de género.

Para obtener esta información se tuvieron en cuenta principalmente los datos encontrados en seis colecciones biológicas del país y en la revisión de literatura; estos registros fueron ge referenciados y depurados teniendo en cuenta tres coberturas geográficas diferentes.

De esta actividad surgió la necesidad de generar una base de datos actualizada de los formícidos de los departamentos de Cauca y Nariño. Para ello fue necesaria la sistematización de la información recopilada, lo que permitió la determinación del número de registros de formícidos disponibles para estos departamentos y la ubicación de los vacíos de información existentes.

⁵ Indicador de Fragmentación de los Ecosistemas. [Hoja Metodológica en Línea]. Instituto Alexander von Humboldt. Sistema de indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica SIG. Bogotá, mayo del 2002. Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/sig/Anexoll/Indfragmenta.pdf>

⁶ ECHEVERRY, Mauricio y RODRÍGUEZ, John. Análisis De Un Paisaje Fragmentado Como Herramienta Para La Conservación De La Biodiversidad En Áreas De Bosque Seco Y Subhúmedo Tropical En El Municipio De Pereira, Risaralda Colombia. En: Scientia et Technica. Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701 405-410 p.

Dado el numero de géneros reportados para los departamentos de Cauca y Nariño, se podrían considerar estos departamentos como zonas megadiversas y con el potencial de ofrecer nuevos registros para la ciencia; además, generar oportunidades para el desarrollo de estudios de tipo biogeográfico y etológico para esta familia de insectos.

El presente estudio no pretende dar una explicación de la distribución biológica de las hormigas en los departamentos de Cauca y Nariño; la distribución aquí encontrada obedece a actividades de colecta determinados por diferentes factores y no por patrones naturales de los especímenes. Es así como la base de datos construida para el desarrollo de esta investigación genera un aporte de los registros de formícidos presentes para estos dos departamentos.

Esta base de datos generada, permitió detectar las posibles áreas prioritarias para la investigación mirmecofaunística mediante la identificación, sistematización, georeferenciación, depuración, evaluación y análisis de la información, basados en los indicadores del estado actual del conocimiento, en indicadores de fragmentación y en la baja o nula cantidad de información presente en los biomas, coberturas vegetales y los distritos biogeográficos con que cuentan los departamentos de Cauca y Nariño.

Los indicadores aquí utilizados, son desarrollados y adaptados por el instituto Alexander von Humboldt, pero nunca habían sido aplicados en el estudio de formícidos. Por este motivo, durante la investigación se realizó la modificación y adaptación a las hojas metodológicas de algunos indicadores, a fin de obtener de manera mas clara y precisa los resultados esperados durante la elaboración de esta investigación. Así, este proyecto se constituye como una investigación pionera en los departamentos de Cauca y Nariño y con la familia Formicidae.

Con esta priorización se va a lograr establecer áreas que generen una mejor representación geográfica y taxonómica de los formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño; adicionalmente se aportaran elementos de juicio para la toma de decisiones relevantes, como por ejemplo aquellas relacionadas con la asignación de presupuestos⁷, planeación de colectas, orientación de investigaciones tales como inventarios, monitoreos, estudios en diversidad, etológicos, biogeográficos, conservacionistas, entre otros y priorización de áreas de conservación biológica, entre otras.

Con el fin de cubrir los vacíos de información presentes en los departamentos, evitando el sobremuestreo de zonas, alejándonos del síndrome del colector y permitiendo proyectar

⁷ Argenti 1997, UPA-DNP 1998, Citado por SISTEMA DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA – SIB. Un modelo para la gestión de información ambiental en el país. Presentación Taller Sistemas de Información Biológica, RNOA Cali. Agosto 2 – 5 de 2004.

posibles estrategias orientadas hacia la conservación de ecosistemas poco estudiados o con riesgos de desaparecer.

Esto ayudará a que los futuros trabajos de inventarios sean mas detallados y que la elaboración de estudios enfocados a la ecología y biogeografía tengan muchas mas validez; además que las medidas ambientales y estratégicas que se tomen en cuanto a conservación se refiere, tendrán un respaldo científico, investigativo, taxonómico y geográfico.

1. OBJETIVOS:

1.1 GENERAL

Priorizar áreas de investigación para la familia Formicidae, en los departamentos de Cauca y Nariño.

1.2 ESPECÍFICOS

- Sistematizar y Georeferenciar los registros de formícidos disponibles para los departamentos de Cauca y Nariño, provenientes de literatura, museos y colecciones entomológicas.
- Determinar la riqueza de formícidos a nivel genérico registrada en literatura y colecciones biológicas para los departamentos de Cauca y Nariño.
- Evaluar el estado actual del conocimiento mediante los Indicadores de conocimiento sobre biodiversidad y delimitar las áreas con vacíos de información sobre los géneros de formícidos registrados en literatura y en colecciones biológicas para los departamentos de Cauca y Nariño.
- Proponer una priorización de áreas para la investigación en Mirmecofauna, a partir de las áreas identificadas con vacíos de información sobre formícidos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los departamentos de Cauca y Nariño se han identificado tres regiones biogeográficas: (1) Amazónica, (2) Andina y (3) Pacífica-Choco, debido a su posición geográfica y a las características ambientales (clima, relieve, suelos, etc.) existentes; estas mismas características han generado una megadiversidad biológica en los dos departamentos, la cual ha sido muy poco estudiada; además la mayoría de registros biológicos para el país se han realizado en la zona andina, cerca de carreteras, vías fluviales⁸ y asentamientos humanos⁹.

En cuanto a la Mirmecofauna se refiere, el número de estudios realizados es muy bajo en la mayor parte del país y más aun para el departamento del Cauca, en donde solo se han desarrollado hasta el momento dos trabajos^{10 11}. Para el departamento de Nariño, aunque la información es escasa, presenta ocho trabajos de inventariado y diversidad^{12 13 14 15 16}

⁸ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

⁹ VIVAS, A. Y ZALAMEA, M. Propuesta para la implementación de un sistema de indicadores del estado de conocimiento sobre la biodiversidad en Colombia. Versión 2.1 (Electrónica). Instituto –Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, 2003. Colombia. 31 p.

¹⁰ SANDOVAL, V. Reconocimiento taxonómico de las especies de hormigas del genero *Cephalotes* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) de Colombia. Trabajo de grado Biólogo con énfasis en Zoología. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Educación, Departamento de biología. 2005

¹¹ SANDOVAL, V. E. y G. ZAMBRANO. Catalogo de las hormigas presentes en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Taller editorial de la Universidad del Cauca. Popayán, 2004. 60 p.

¹² ESTRADA, C. y FERNÁNDEZ, F. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). En: Revista de Biología Tropical. 1999. vol. 47, no. 1,2, 189-201 p. Disponible también en Internet: <http://www.svielo.sa.cr/scielo.php>

¹³ FERNÁNDEZ, F. y BAENA-H, M. 1997. Hormigas de Colombia VII: Nuevas especies de los géneros *Lachnomyrmex* y *Megalomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). En: Caldasia. 1997. vol. 19, no. 1-2, 109-114 p.

¹⁴ FERNÁNDEZ, F. y PALACIOS, E. Clave para la *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) del Norte de Suramérica, con la descripción de la nueva especie. En: Revista de Biología Tropical. 1997. vol. 45, no. 4, 1649-1661 p.

¹⁵ FERNÁNDEZ, Fernando. Hormigas de Colombia. IX: Nueva especie de *Lenomyrmex* (Formicidae: Myrmicinae). En: Revista Colombiana de Entomología. 2001. vol. 27, no. 3,4. 201-204 p.

^{17 18}, pero la mayoría de las investigaciones mirmecofaunísticas realizadas, se encuentran centralizadas o enfocadas en puntos estratégicos donde la presencia de trabajos replicados y el sobremuestreo de algunas áreas es una constante; todo esto debido a la ausencia de una base de datos mirmecofaunística consolidada a nivel regional y nacional.

A partir de esta problemática surgen las siguientes Preguntas de Investigación:

¿En qué áreas se deben invertir mayores esfuerzos de colecta de la mirmecofauna y cuales deben dedicarse al establecimiento de proyectos de investigación, dados sus grandes volúmenes de datos actuales?

¿Cual es la riqueza a nivel de géneros de formícidos registrada en literatura y colecciones biológicas para Cauca y Nariño, por Departamento y Bioma?

¿Donde se encuentran georeferenciados los géneros de hormigas registrados en literatura, museos y colecciones entomológicas para los departamentos de Cauca y Nariño?

¿Cuáles son los vacíos geográficos de la información existentes para los formícidos registrados en los departamentos de Cauca y Nariño?

¿Dónde se concentran las investigaciones para formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño?

Existen en la actualidad diversas aplicaciones informáticas (como los sistemas de información geográfica, aplicaciones de software para análisis de fragmentación como Patch Analyst o FRAGSTATS (Fragmentations Statistics), entre otras) que nos permiten adelantar investigaciones en patrones de biodiversidad, estudios biogeográficos, ecológicos, de extinción, de comportamiento e inventariados, siempre y cuando se tenga la información adecuada y disponible para alimentar dichos programas¹⁹.

¹⁶ CRUZ, K. Y OCAÑA, D. Reconocimiento e identificación de hormigas cortadoras de hojas en la Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco – Nariño. Trabajo de grado Biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias exactas y naturales. Departamento de Biología. 1999.

¹⁷ RODRÍGUEZ, K. Y ROMERO, C. (1999). Riqueza y diversidad de Formicidae (Hymenoptera) en estados sucesionales de Bosque, Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco - Nariño. Trabajo de grado biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 1999.

¹⁸ CABRERA, S. Diversidad de hormigas en la Reserva Natural Rio Ñambí. Barbacoas, Nariño. Trabajo de grado Biólogo, San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, 2007.

¹⁹ HALFFTER, G. Y EZCURRA, E. ¿Qué es la biodiversidad?. En: HALFFTER, G. (compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. 1992. volumen especial. 3-24 p.

Desafortunadamente la mayoría de las colecciones biológicas y sus respectivas bases de datos, disponibles en el país son incompletas, sobre todo en lo que respecta a la identificación del material biológico a nivel de especie, datos de campo (información asociada del entorno inmediato –ecológico- e histórico -evolutivo)²⁰ y localización geográfica de los sitios de colecta u observación²¹. Además la información de la que se dispone, generalmente se encuentra dispersa en muchas fuentes, en diferentes formatos, con contenidos heterogéneos de difícil integración, pobremente documentados y de uso restringido²².

Esta problemática conlleva a la subutilización del material recopilado y colectado, duplicando esfuerzos en investigación y en inventarios y atrasando procesos investigativos enfocados a la conservación, conocimiento y uso de la biodiversidad, bioprospección, diseño de políticas y estrategias administrativas, toma de decisiones y educación ambiental²³.

Si se dispusiera de información recopilada y digitalizada sobre la mirmecofauna existente en los departamentos de Cauca y Nariño, su distribución geográfica y una base de datos consolidada, se lograría emprender con mayor facilidad la articulación de procesos de investigación, el acceso e intercambio de información y un apoyo a acciones relacionadas con conservación y uso sostenible²⁴.

²⁰ LATTKE, J.E. Conservación de una colección de hormigas. En: FERNÁNDEZ, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la Región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 211-218 p.

²¹ HALFFTER, G. Y EZCURRA, E. Op. cit. 12 p.

²² SISTEMA DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA – SIB. Un modelo para la gestión de información ambiental en el país. Presentación Taller Sistemas de Información Biológica, RNOA Cali. Agosto 2 – 5 de 2004.

²³ *Ibíd.*, 5 p.

²⁴ *Ibíd.*, 5 p.

3. JUSTIFICACIÓN

Las bases de datos son utilizadas para múltiples propósitos por sus aplicaciones científicas y prácticas²⁵ pues esta información, al estar disponible de alguna manera para su utilización, da cuenta del potencial de construcción de conocimientos sobre biodiversidad, para un grupo de organismos, una región geográfica dada, o una entidad determinada²⁶ y que mejor opción para la creación de una base de datos que aquella que pueda surgir de un grupo bioindicador como lo son las hormigas. Estos son organismos que cumplen con las condiciones requeridas para ser indicadores adecuados de calidad ambiental para diferentes ecosistemas^{27 28} ya que manifiestan de manera más clara y oportuna los cambios y alteraciones que está sufriendo el medio ambiente^{29 30}. También son indicadores ecológicos y de biodiversidad, permitiendo así, detectar centros de concentración de especies raras y endemismos^{31 32}, además de esto, muchas especies

²⁵ ESCALANTE, T. LLORENTE, J. ESPINOSA, D. N Y SOBERON, J. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. 2000. vol. 24, no. 92, 325-341 p.

²⁶ VIVAS, A. Y ZALAMEA, M. Propuesta para la implementación de un sistema de indicadores del estado de conocimiento sobre la biodiversidad en Colombia. Versión 2.1 (Electrónica). Instituto –Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, 2003. Colombia. 31 p.

²⁷ RAMÍREZ M. y CALLE D 2004. Ecología de hormigas en sistemas silbo pastoriles. Deposito de documento de la Food and Agriculture Organizations of the United Nations. –[documentos en Línea] Fundación CIPAV, Cali, Colombia. Agroforestería para la producción animal en América Latina - II. (Citado junio de 2008) Disponible en Internet: www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s06.htm

²⁸ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241

²⁹ HÖLLDOBLER, B. y WILSON, E. The Ants. 1990. Harvard University Press, Cambridge.

³⁰ PARRA, V. et al. 2004. Listado mirmecofaunístico del Parque Zoológico Africam Safari. Elementos.: Ciencia y Cultura. [En línea]. vol. 52, no. 10, 49-51. (Citado mayo de 2009). 49 p. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. ISSN: 0187-9073. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/294/29405208.pdf>.

³¹ Majer 1983; Andersen, 1990; Brown, 1991, citado por: TROCHE, SC. Análisis del cambio de Cobertura y fragmentación del hábitat en el Municipio de Independencia-Una propuesta metodológica simple para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Tesis de Maestría, profesional en suelos. Bolivia: Centro de levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. 2001. 44 p. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.umss.edu.bo/ebooks/earts/downloads/60.pdf>

³² FERNÁNDEZ, Fernando. Hormigas de Colombia. IX: Nueva especie de *Lenomyrmex* (Formicidae: Myrmicinae). En: Revista Colombiana de Entomología. 2001. vol. 27, no. 3,4. 201-204 p.

predan a otros artrópodos contribuyendo a mantener el equilibrio natural³³. Dado el importante papel que cumplen las hormigas en el diagnóstico del ecosistema, generar y consolidar una base de datos con su distribución en los departamentos de Cauca y Nariño permitirá tomar decisiones políticas y estrategias medioambientales de manera más acertada.

Se pretende así generar una base de datos geográfica que incluya no solamente la información alfanumérica correspondiente a los registros biológicos sino también su localización geográfica y su relación espacial con otras entidades geográficas (biomas, coberturas vegetales, vías, cuencas, áreas protegidas), que influyen en la investigación biológica. Dicha base de datos se constituirá en el instrumento básico para la priorización de áreas de investigación para formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño. Lo que nos permitirá determinar que áreas no poseen ningún tipo de registro, investigación o monitoreo en estos organismos, y como estas áreas ausentes de información se encuentran en mayor riesgo de desaparecer debido al alto grado de fragmentación y perturbación que presentan, permitiendo así, la planeación de futuras investigaciones y monitoreos a nivel regional y nacional³⁴, y la mejora en la representatividad de las colecciones biológicas, completar el inventario nacional de biodiversidad, contar con datos confiables para estudios biogeográficos³⁵ y lograr una mejor coordinación de colectas³⁶ tanto a nivel científico-investigativo como en prácticas universitarias.

Anexo a esto, aquellas áreas que tengan información sobre formícidos permitirán de manera *a posteriori* evaluar el estado ambiental en que se encuentra los fragmentos a los que pertenecen dichos registros de formícidos reportados.

³³ RUIZ, E. Hábitos parasíticos y alimenticios de las familias de himenópteros de la reserva de la biosfera "el cielo" de Tamaulipas. Conferencia Inaugural del Primer Simposio de Agro ecología. Escuela de Agronomía, UASLP. 1991

³⁴ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

³⁵ VIVAS, A., 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaegia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 2003. 27 p.

³⁶ DELGADO, Juliana. Op.cit. 56 p.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES.

En la iniciativa por la recopilación, análisis y manejo de la información biológica han influido varios factores. Quizás dos de los más importantes son la creación de colecciones biológicas de referencia y los avances tecnológicos.

Las colecciones biológicas constituyen una fuente básica de información que ha permitido aclarar problemas taxonómicos y obtener otro tipo de información biológica, beneficiando tanto al mundo natural como a la sociedad. Dentro de estos beneficios esta un papel vital en aspectos de salud humana (estudio de patógenos, vectores de enfermedades), monitoreo de cambios ambientales (seguimiento a contaminantes ambientales y cambio climático global), y por supuesto en el avance de las ciencias biológicas, incluyendo estudios sobre especiación, extinción, evolución, filogenia, biogeografía, biodiversidad, ecología, genética de poblaciones y conservación (permiten detectar cambios en la demografía de las poblaciones y rangos de distribución). Una colección permite que el estudio de todos estos aspectos sea más accesible y refutable. Por otra parte las colecciones son archivos detallados de la vida en el planeta y por lo tanto sirven como modelos predictivos de lo que será la vida en el mismo³⁷.

Ahora, uno de los factores que a contribuido a que esta información sea accesible, sistematizable y analizable ha sido la tecnología y la bioinformática, ya que a partir de los adelantos y avances en estas ciencias, se han generado innumerables programas, proyectos, herramientas y bases de datos encaminados al desarrollo del conocimiento y que han facilitado el acceso a la información biológica. Dentro de estas herramientas y programas podemos encontrar: “Species 2000”, “BirdLife Biodiversity project”, “WORLDMAP”, “The Species Analyst”, “Mallos”, “GeneBank”, FRAGSTATS, “International Species Information System (ISIS)”, “The global Resource Information Database (GRID)”, etc³⁸.

En el campo de información mirmecológica, actualmente se han generados algunas bases de datos que son de acceso libre y que permiten el ingreso de nueva información de datos, lo que acelera el incremento y el intercambio de información a nivel mundial.

³⁷ PÁEZ, V. El valor de las colecciones biológicas. *En*: Actualidades Biológicas. 2004. vol. 26, no. 81, 2 p.

³⁸ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

Dentro de estas bases de datos aquellas que mas se destacan son: Antweb, coordinada por The Californian Academy of Sciences; la base de datos de hormigas de Costa Rica y Washington generada por el especialista en mirmecología neotropical el Dr. John Longino en la dirección web www.evergreen.edu/ants; la pagina www.sea-entomologia.org que es dirigida por la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A), sociedad que trabaja con información sobre artrópodos; la Antbase, coordinada por el American Museum Natural History y Conservation Commons; y lamarabunta.org, entre otras.

Además de esto desde el año 2000, se viene trabajando en un Proyecto para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica, el proyecto PRIBES que cuenta con el apoyo y respaldo de la sociedad Entomológica Aragonesa - S.E.A., La Corporación Iberoamericana en Ciencia y Tecnología para el desarrollo - CYTED y la colaboración del Instituto de ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN.

En Colombia, el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), desde el 2001, adelanta esfuerzos en la preparación de un sistema de recopilación y almacenamiento de información sobre la biodiversidad del país. Esta iniciativa del instituto por facilitar la gestión de datos e información se denomina: Sistemas de Información en Biodiversidad - SiB. Uniendo esfuerzos, junto al SiB se encuentra el UNISIG (Unidad de sistemas de Información Geográfica) del IAvH que en equipo se encuentran actualmente implementando y desarrollando Los Indicadores del Estado de Conocimiento.

Dentro de los trabajos desarrollados con la aplicación de este tipo de indicadores se encuentran estudios realizados en aves^{39 40}, plantas⁴¹, Corales⁴² y en algunos grupos de insectos como Scelionidae, Platygasteridae, Proctotrupidae, Chalcididae, Pompilidae, Chrysidoidea, Cerambycidae, Curculionidae y la colección de mariposas del Schmidt-Mumm por parte del IAvH.

³⁹ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

⁴⁰ MURILLO, J. I. Evaluación de la distribución y estado actual de los registros Ornitológicos de los Llanos Orientales Colombianos. Trabajo de grado Biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 2005.

⁴¹ VIVAS, A., 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaegia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 2003. 27 p.

⁴² VALLEJO, M. Y ACOSTA, A. Aplicación de indicadores de conocimiento sobre biodiversidad para el diagnostico y comparación de colecciones biológicas. *Nova*, julio-diciembre, año-vol.3, numero 004. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia, pp. 48-57. 2005.

En cuanto a la familia Formicidae se refiere, los estudios realizados por la UNISIG y el SIB del IAvH (Instituto Alexander von Humboldt) se han enfocado en la distribución potencial de especies como *Odontomachus haematodus*, *O.brunneus*, *Gnaptogenys ericae*, *G. striatula*, *Proceratium micrommatum*, *Ectatomma tuberculatum* y *Pachycondyla villosa*; sin embargo los indicadores de evaluación del conocimiento aun no han sido aplicados a la familia Formicidae porque no existe una base de datos sistematizada y organizada para este grupo biológico. Es por esto que se debe tener en cuenta que la aplicación de estos indicadores en la familia Formicidae será hecha de manera experimental y se tendrá en cuenta que aquellas hormigas pertenecientes a una misma especie y de una misma colonia, capturadas en un mismo acto de colecta serán consideradas como un solo individuo, independientemente de la casta a la que pertenezcan.

4.2 CONOCIMIENTO ACTUAL DE LA DIVERSIDAD DE HORMIGAS.

El estudio formal de este grupo de organismos se registra desde la última década del siglo XVIII época en la cual se comenzó con la descripción morfológica y taxonómica de algunos géneros y especies por parte de Linneo (1735), Fabricius (1804), y Latreille (1798- 1802). Ya entrando al siglo XX, la investigación se fue profundizando un poco mas en cuestiones ecológicas y etológicas, guiada por naturalistas como Sierra (1909), que evaluaban la estructura, el desarrollo y el comportamiento. Y fue en la última década del siglo XX donde Hölldobler y Wilson generan la investigación mas completa realizada en hormigas, pues en más de 700 hojas describen los hábitos alimenticios, tipos de larva, arquitectura de hormigueros, especies introducidas, comportamientos depredativos, de polinización, simbiosis, fisiología, comunicación, apareamiento, división de castas y efectos plaga. Y es esta última temática la que reporta el mayor número de estudios para el presente en Colombia, ya que el efecto depredador de las hormigas sobre diferentes cultivos generó una preocupación generalizada que consiguió la mayor inversión económica para financiación en investigación con fines de erradicación. Es por eso que la mayoría de estudios enfocados en ecología y biología de las hormigas se centran en géneros plagas como lo son *Atta*, *Acromyrmex*, *Apterostigam*, *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Myrmicocrypta*, *Sericomyrmex* y *Trachimymex* que son un numero muy reducido para la diversidad total que se reporta para las hormigas, ya que esta familia agrupa, a nivel mundial, al menos 4 subfamilias fósiles y 21 vivientes⁴³, con un total de 11079 especies agrupadas en 373 géneros⁴⁴. De toda esta diversidad, la región Neotropical reporta 14

⁴³ FERNÁNDEZ, F. y PALACIOS, E. Capítulo 49: Familia Formicidae. En: FERNÁNDEZ, F Y M.J. SHARKEY (ed.) Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá D.C, 2006, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 894 p.

⁴⁴ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000.

subfamilias (66% del total mundial) y unos 150 géneros (40.21% de lo registrado para el mundo)⁴⁵, de los cuales 65 son endémicos del neotrópico y los restantes o bien tienen una distribución mundial o son compartidos con el continente africano⁴⁶. Además, el neotrópico cuenta con alrededor de 3100 especies descritas⁴⁷.

Aunque actualmente las hormigas sean consideradas como uno de los grupos de insectos mejor estudiados del mundo, diferentes autores afirman que tan solo se reporta un 50% del total de especies que debe haber. Por ejemplo, Parra y colaboradores (2004)⁴⁸, afirman que cerca de 9000 especies faltan aun por descubrir y describir, dentro de la familia Formicidae y la única forma de incrementar esta descripción y descubrimiento de nuevos especímenes es a través de un incremento en los muestreos en regiones diferentes a las generalmente estudiadas.

4.2.1 Conocimiento actual de hormigas en Colombia.

Una de las regiones más ricas en hormigas del neotrópico es Colombia por su posición geográfica y relaciones históricas con regiones adyacentes. A pesar de ello, la mirmecofauna Colombiana ha estado largamente olvidada en estudios biológicos y biogeográficos debido a la carencia de inventarios regionales⁴⁹.

De acuerdo con la información basada en Fernández *et al* (1996)⁵⁰, descripciones o registros posteriores, y material identificado en museos, se conocen ocho subfamilias, 37

MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

⁴⁵ *Ibid.*, 240 p.

⁴⁶ JAFFE, K., LATTKE, J. Y PÉREZ, E. El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones. 1993. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 p.

⁴⁷ FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

⁴⁸ PARRA, V. et al. 2004. Listado mirmecofaunístico del Parque Zoológico Africam Safari. Elementos.: Ciencia y Cultura. [En línea]. vol. 52, no. 10, 49-51. (Citado mayo de 2009). 49 p. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. ISSN: 0187-9073. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/294/29405208.pdf>.

⁴⁹ FERNÁNDEZ, F y PALACIOS, E. Hormigas de Colombia IV: nuevos registros de géneros y especies. *En*: Caldasia. 1995. vol. 17, no. 82-85, 587-598 p.

⁵⁰ FERNÁNDEZ, F., et al. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. *En*: ANDRADE-C, G., AMAT, G., Y FERNÁNDEZ, F. (ed.). Insectos De Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1996. Colección Jorge Álvarez Lleras No 10. Coedición con el centro editorial Javeriano. Santa fe de Bogotá. Colombia.

tribus, 90 géneros y 819 especies de hormigas para Colombia. Entonces, el país posee aproximadamente un 32% de los géneros del mundo y un 83% de los géneros neotropicales. En lo referente a especies, en Colombia se encuentra un 9% de las especies del mundo y un 33% de las especies neotropicales.

Hasta el momento, las zonas mejor registradas en las colecciones colombianas de hormigas son la Sierra Nevada de Santa Marta y sus alrededores, Valle del Cauca, Meta y Amazonas. Las regiones Pacífica, Oriental y Amazónica son más conocidas que la Atlántica (excepto la Sierra Nevada) y la Andina. Áreas críticas que necesitan prospecciones intensas son, el bosque seco y los bosques altoandinos. En lo referente a inventarios y caracterizaciones ecológicas, los sitios mejor estudiados son los alrededores de Cali, el bosque seco de Zambrano (Bolívar) y la Sierra de la Macarena (Meta). Otros sitios relativamente estudiados están en Risaralda, Quindío, Nariño, Amazonas, Boyacá, Santander y Choco. Actualmente el Instituto Humboldt está desarrollando la caracterización de la Cordillera Oriental⁵¹.

4.2.2 Conocimiento actual de hormigas para Cauca y Nariño.

A continuación se discriminan los trabajos realizados en los departamentos de Cauca y Nariño que son, hasta el momento, las únicas evidencias de la diversidad de formícidos para esta región:

Bustos (1994)⁵², realiza uno de los primeros inventarios mirmecológicos en el departamento en los municipios de Barbacoas y Cumbal, en el cual registra 34 géneros para el departamento, de los cuales dos son nuevos registros para la ciencia y un nuevo registro para Colombia.

Otros trabajos realizados en el departamento son los realizados por Andrade et al (1996), donde registran 19 géneros para Nariño; Estrada y Fernández (1999)⁵³ reportan 29

⁵¹ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

⁵² BUSTOS, J. Contribución al conocimiento de la fauna de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del occidente del departamento de Nariño (Colombia). En: Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 1994. vol. 2, no. 1-2, 19-30 p.

⁵³ ESTRADA, C. y FERNÁNDEZ, F. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). En: Revista de Biología Tropical. 1999. vol. 47, no. 1,2, 189-201 p. Disponible también en Internet: <http://www.svielo.sa.cr/scielo.php>

géneros para la Reserva Natural La Planada; Fernández y Baena (1997)⁵⁴, Fernández y Palacio (1997)⁵⁵ y Fernández (2001)⁵⁶ con inventarios realizados en El Diviso, Barbacoas (Reserva Natural Río Ñambí) y territorio Kofánes, adicionan cuatro (4) géneros mas para el departamento, de los cuales se registran nuevas especies para la ciencia. Otros trabajos realizados en el departamento son los de Cruz y Ocaña (1999)⁵⁷, realizado en la granja las delicias, municipio de Tumaco, donde registran dos géneros de arrieras; Rodríguez y Romero (1999)⁵⁸ que reportan 18 géneros para la misma zona y Cabrera (2007)⁵⁹ que registra un total de 43 géneros en la Reserva Natural Rio Ñambí, en el municipio de Barbacoas.

En cuanto al departamento del Cauca, Sharkey (2004)⁶⁰ realiza un inventariado de la isla Gorgona y reporta 17 géneros para esta región. Posteriormente Sandoval (2005)⁶¹ registra un género para todo el departamento del Cauca y Sandoval y Zambrano (2007)⁶² reportan en el museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca 27 géneros registrados para el departamento del Cauca.

⁵⁴ FERNÁNDEZ, F. y BAENA-H, M. 1997. Hormigas de Colombia VII: Nuevas especies de los géneros *Lachnomyrmex* y *Megalomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). En: Caldasia. 1997. vol. 19, no. 1-2, 109-114 p.

⁵⁵ FERNÁNDEZ, F. y PALACIOS, E. Clave para la *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) del Norte de Suramérica, con la descripción de la nueva especie. En: Revista de Biología Tropical. 1997. vol. 45, no. 4, 1649-1661 p.

⁵⁶ FERNÁNDEZ, Fernando. Hormigas de Colombia. IX: Nueva especie de *Lenomyrmex* (Formicidae: Myrmicinae). En: Revista Colombiana de Entomología. 2001. vol. 27, no. 3,4. 201-204 p.

⁵⁷ CRUZ, K. Y OCAÑA, D. Reconocimiento e identificación de hormigas cortadoras de hojas en la Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco – Nariño. Trabajo de grado Biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias exactas y naturales. Departamento de Biología. 1999.

⁵⁸ RODRÍGUEZ, K. Y ROMERO, C. (1999). Riqueza y diversidad de Formicidae (Hymenoptera) en estados sucesionales de Bosque, Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco - Nariño. Trabajo de grado biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 1999.

⁵⁹ CABRERA, S. Diversidad de hormigas en la Reserva Natural Rio Ñambí. Barbacoas, Nariño. Trabajo de grado Biólogo, San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, 2007.

⁶⁰ SHARKEY, M. J. Reporte de hormigas encontradas para el Parque Nacional Natural Isla Gorgona. Universidad de Kentucky. 2004. [En Línea] (citado: abril de 2007). Disponible en Internet: www.uky.edu/cgi-bin/cgiwrab/mishar0/gorgona.cgi

⁶¹ SANDOVAL, V. Reconocimiento taxonómico de las especies de hormigas del genero *Cephalotes* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) de Colombia. Trabajo de grado Biólogo con énfasis en Zoología. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Educación, Departamento de biología. 2005

⁶² SANDOVAL, V. E. y G. ZAMBRANO. Catalogo de las hormigas presentes en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Taller editorial de la Universidad del Cauca. Popayán, 2004. 60 p.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

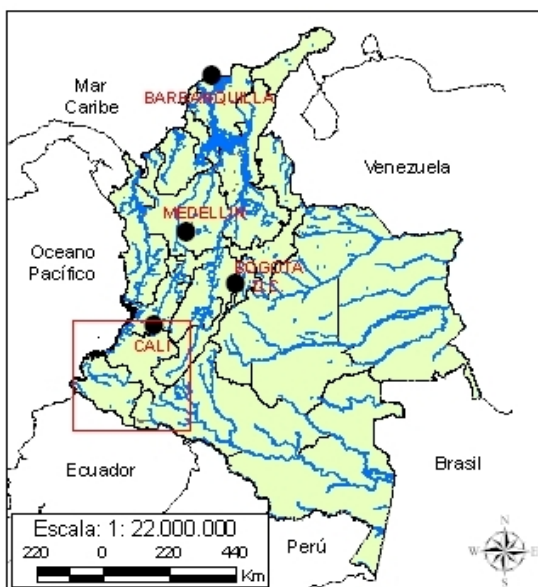
5.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio abordó todos los registros e investigaciones de hormigas realizados en los departamentos de Cauca y Nariño y que se encuentran disponibles en bibliotecas, centros de documentación, colecciones y museos entomológicos del país.

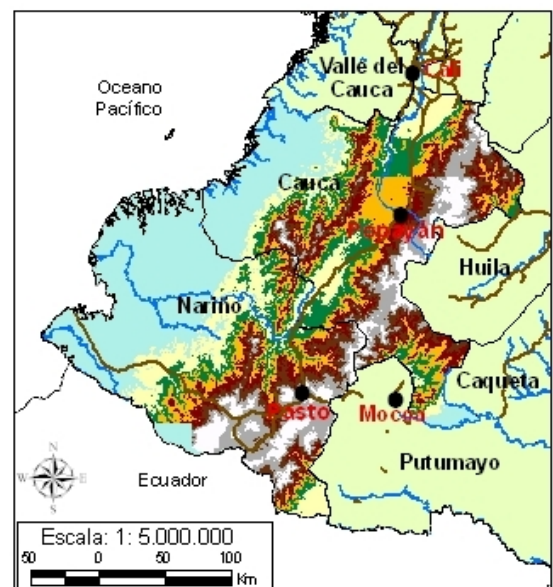
El departamento del Cauca se ubica al sur occidente del país, entre la región andina y la pacífica, localizado entre las coordenadas geográficas de latitud norte $0^{\circ} 58' 29.18''$ y $3^{\circ} 19' 45.3''$ y de longitud oeste $75^{\circ} 47' 43.2''$ y $78^{\circ} 12' 20.48''$. Cuenta con una extensión de 29.308 km² (ver mapa 1 y 2) y un relieve variado, que se expresa en la presencia de llanuras costeras pacíficas, piedemonte amazónico, Macizo Colombiano y las Cordilleras Occidental y Centro-Oriental, lo que le permite poseer todas las variantes climáticas desde las áreas cálidas de las tierras bajas o llanuras costeras pacíficas, hasta las áreas más frías en el nevado del Huila con una altura de 5.750 m y los volcanes de Puracé y Sotará con unas alturas de 4.646 y 4.580m.

En el Macizo Colombiano, nacen las principales arterias fluviales del país como son los ríos Magdalena y Cauca. El sur del departamento, conocido como la 'bota Caucana', forma parte de la región Amazonia Colombiana debido a su ubicación en la vertiente occidental de la cordillera occidental, drenando sus aguas hacia la cuenca amazónica. Además de la parte continental, posee las islas de Gorgona y Gorgonilla, en el océano Pacífico.

Mapa 1. Área de localización de este estudio en Colombia.



Mapa 2. Área de Estudio. Sarmiento 2007



El departamento de Nariño está situado en el extremo sur occidental de Colombia, entre las coordenadas geográficas 0° 20' 1.17" y 2° 41' 19.36" de latitud norte, y los 76° 49' 59.19" y 79° 0' 40.82" de longitud oeste (ver mapas 1 y 2). En Nariño se encuentran tres regiones definidas, con una amplia variedad climática: la primera corresponde a la llanura del Pacífico, de clima cálido y alta pluviosidad; la segunda es la región andina, correspondiente con la cordillera de los Andes, y la tercera la región de la vertiente oriental amazónica, cubierta principalmente por selvas húmedas y lluviosas.

Este departamento, tiene una extensión de 33.268 Km²., y es el más volcánico de Colombia; en su territorio se ubican los volcanes de El Azufral, Chiles, Cumbal, Doña Juana y Galeras. Uno de los principales accidentes geográficos es el nudo de Los Pastos, del cual se desprenden dos grandes ramales cordilleros, el occidental y el centro oriental; se encuentran también la depresión llamada Hoz de Minamá, el Valle de Atriz y los altiplanos de Ipiales y Túquerres, además de los cerros de Sucumbíos, Cumbitara y Campana. Entre los accidentes costeros encontramos las bahías de Tumaco y San Ignacio, las puntas El Viudo y Boquerón, la isla de Cascajal y el cabo Manglares.

5.2 METODOLOGÍA

La información que se presenta en este trabajo es una recopilación o compendio realizado sobre los registros de hormigas de los departamentos de Cauca y Nariño a los cuales se tuvo acceso.

La recopilación de la información tuvo corte al 30 de mayo del 2008, por lo cual no se incluyen inventarios o investigaciones realizadas de esta fecha en adelante. Aquellos especímenes que se encontraban en montaje en líquido no pertenecientes a la colección entomológica de la Universidad de Nariño no fueron incluidos en esta recopilación debido al tiempo que implicaría su separación e identificación.

Esta investigación asume que la calidad de identificación de los especímenes reportados en museos, colecciones y en literatura son confiables; los únicos especímenes que se asumen como identificaciones propias, son aquellos que se determinaron como parte de esta investigación y que pertenecen a la colección entomológica de la Universidad de Nariño.

El estudio y los análisis se realizaron a nivel taxonómico de género, dado que no todos los géneros de hormigas tienen una revisión que hayan generado claves taxonómicas definitivas hasta especies; debido a que la cantidad de ejemplares que existen en las colecciones del país correspondientes a los géneros *Hypoponera*, *Pheidole* y *Solenopsis* aun sin identificar a especie es elevada⁶³, por lo que hubiese sido necesario realizar una revisión exhaustiva de estos géneros, implicando mayor inversión en tiempo y conocimientos, con el fin de obtener resultados representativos y validos a nivel de especie.

⁶³ FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

Esta investigación se realizó siguiendo los pasos del método científico, haciendo énfasis en el uso de dos referentes metodológicos a saber:

- Indicadores del Estado del Conocimiento sobre la Biodiversidad de Colombia planteados por Delgado en 2001⁶⁴ en su trabajo denominado Evaluación del potencial de integración y análisis de registros de aves en Colombia y Vivas en el 2003⁶⁵ en la Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Sin embargo, se aclara que la información encontrada sobre la biología de la familia Formicidae generó la necesidad de realizar ajuste a algunos indicadores de representatividad y de completitud.

Fue necesario realizar los ajustes a los Indicadores de representatividad y de completitud debido a que solo existen hojas metodológicas para los indicadores de complementariedad y para el indicador de completitud referido a densidad total de información de colecciones por unidad de área para localidades, registros y taxones.

- En cuanto a los indicadores de evaluación de la fragmentación, se trabajó con base en el informe preparado por Rudas, Armenteras, Sua y Rodríguez (2002)⁶⁶ para el proyecto, diseño e implementación del Sistema indicadores de seguimiento de la Política de biodiversidad en la amazonia colombiana y Banda y Sarmiento (2004)⁶⁷, en la investigación sobre la identificación y evaluación del estado de unidades de paisaje en áreas próximas al Parque Nacional Natural Sumapaz.

⁶⁴ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

⁶⁵ VIVAS, A., 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, 2003. 27 p.

⁶⁶ RUDAS, G., et al. Indicadores de seguimiento de la Política de biodiversidad en la amazonia colombiana: informe final de resultados. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, programa de investigación en política y legislación, indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad, unidad de sistemas de información geográfica, proyecto diseño e implementación del sistema indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la amazonia colombiana. 2001. Bogotá, 12 de julio del 2002.

⁶⁷ BANDA, A. Y SARMIENTO, M. Identificación y evaluación del estado de Unidades de Paisaje en Áreas Protegidas: Parque Nacional Natural Sumapaz. Trabajo de grado Geógrafo. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Humanidades, Departamento de Geografía, 2004. 144 p.

No se utilizaron todos los indicadores planteados en estas dos investigaciones, sino aquellos relacionados con el grado de fragmentación de los ecosistemas o áreas de interés según el tamaño, la forma, el número de fragmentos y la diversidad de los mismos.

También se diseñó un instrumento para el registro y análisis de la información recopilada denominada Tabla de registros mirmecológicos (ver Anexo A).

La Tabla de registros mirmecológico fue diseñada en el programa Excel 2007 y esta dirigida al registro y sistematización de la información, de manera que, facilite el análisis teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Identificación de espécimen: se consigno el número de registro en al tabla y el código que tiene el espécimen en la colección (ver Anexo A).

Taxón: corresponde a la nomenclatura correspondiente a los especímenes colectados. Fueron tomados los siguientes niveles jerárquicos: Orden, Suborden, Familia, Subfamilia, Género, Especie y Nombre científico, que posteriormente fueron validados de acuerdo a las normas y al código internacional de nomenclatura zoológica (ver Anexo A).

Localización: Se refiere a la ubicación en términos geopolíticos teniendo en cuenta municipio, corregimiento, vereda y el nombre de la localidad especifica como: finca, carretera, río, quebradas, haciendas, barrios, etc. (ver Anexo A).

Coberturas geográficas: Las coberturas geográficas son definiciones gráficas, representadas también en la base de datos, que abstraen conjuntos de características de una región particular⁶⁸ y que describen de manera puntual una unidad delimitable, que surge a partir de un análisis de las respuestas espectrales determinadas por sus características fisonómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima⁶⁹.

En esta sección de la tabla, se interrelaciona cada registro con el respectivo bioma, cobertura vegetal o distrito biogeográfico al que pertenece (ver Anexo A).

⁶⁸ Instituto Nacional en Biodiversidad – INBio. Primer Informe Trimestral de Avance. Red Temática de Especies y Especímenes. Red Iberoamericana de Información sobre Biodiversidad - IABIN. INBio, Abril de 2006. 173 p.

⁶⁹ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreís e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. Bogotá, D.C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Rango de distribución altitudinal: Se encuentra el ámbito de altitudes en las cuales se registra el espécimen en sus datos de colecta. Se expresa a través de metros sobre el nivel del mar (msnm) y registra altitud mínima y máxima. En caso de tener solo una altitud, el dato se consigno en la columna de altitud máxima (ver Anexo A).

Coordenadas Geográficas: Se consigno latitud (grados, minutos, segundos y decimal) y longitud (grados, minutos, segundos y decimal). Aquellos registros que no poseían coordenadas geográficas, y que contaban solo con el nombre del municipio, se les asignó la coordenada geográfica respectiva a la cabecera municipal de la localidad en la que fueron colectados (ver Anexo A).

Fecha de colecta: Registrándose solo cuando el espécimen cuenta con el, sin que implique que este dato sea imprescindible en el momento de descartar datos (ver Anexo A).

Datos de colección: Nombre de la colección, acrónimo de la colección, colector, determinador y fecha de determinación (ver Anexo A).

Observaciones: Se anexó información concerniente al nivel de precisión geográfica de la colecta, la fuente geográfica, casta, hábitat, método de captura y correcciones realizadas a los registros (sinonimias y coordenadas geográficas) (ver Anexo A).

Si los registros son obtenidos de literatura y no de la colección entomológica directamente se tiene en cuenta, además de los datos anteriores, los siguientes:

Referencia: autor de la publicación, título de publicación, nombre de la revista, libro, o documento en el que se publicó, categoría de la publicación, categoría temática de la publicación, Referencia bibliográfica completa y año de publicación (ver Anexo A).

Para aceptar un registro en esta tabla, fue necesario que los datos de localización de cada espécimen expresaran, como mínimo, el nombre del municipio, con el fin de lograr su ubicación. En el caso de los registros que no mostraron la localización por municipio, fueron anulados para evitar errores de ubicación.

Los datos correspondientes a corregimiento, vereda y nombre de la localidad fueron tenidos en cuenta e incorporados a la tabla dependiendo de la disponibilidad de información que tuvo cada registro; en aquellos casos que no existía suficiente referencia de localización se dejó los espacios vacíos en las columnas respectivas.

Para el caso de los registros que presentaron especificaciones de la localidad en que fueron colectados, pero carecían de coordenadas geográficas, se les realizó un proceso de

georeferenciación espacial con ayuda del Gacetero de Localidades 2006⁷⁰ publicado por la unidad de SIG del IAvH, del Gacetero Fallingrain⁷¹ y a través de buscadores en Internet.

Este trabajo se desarrollo durante el periodo comprendido entre el mes de junio de 2007 al mes de septiembre de 2008, a través de visitas a diferentes colecciones entomológicas, centros de documentación y bibliotecas, con el fin de obtener el mayor número de registros de hormigas que se hallan documentadas o registradas para los departamentos de Cauca y Nariño. Posteriormente estos registros fueron sistematizados y analizados permitiendo lograr resultados relacionados con la priorización de las áreas de investigación para la familia Formicidae.

La investigación se centró en tres etapas fundamentales: recopilación, organización y análisis de la información, que se describirán a continuación.

5.2.1 Fase I. Recopilación, sistematización y análisis de la información.

5.2.1.1 Recopilación de la información. La recopilación de la información tuvo como propósito fundamental identificar y compilar todos los registros de formícidos disponibles para los departamentos de Cauca y Nariño. Esta recopilación se realizó de cuatro formas diferentes:

- Visitas a colecciones biológicas.
- Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica de la Universidad de Nariño.
- Consecución de bases de datos.
- Recopilación de información secundaria.

- Visitas a colecciones biológicas. Las colecciones visitadas fueron las siguientes:

Colecciones entomología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN), en Bogotá.

Colección entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-E), en Villa de Leyva.

Colección entomológica de la Universidad de Nariño (PSO-CZ), en Pasto.

Colección entomológica de la Universidad del Valle (MEUV), en Cali.

⁷⁰ *Gacetero Digital de Localidades, 2006. [Gacetero en Línea].UNISIG.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2006.

⁷¹ Global Gazetteer Version 2.1. [Gacetero Online]. Rain Genomics, Inc. Jan 26, 2006 Copyright 1996-2006 by Falling. Last Modified: March 18, 2009. Disponible en Internet: www.fallingrain.com/world/

- Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica de la universidad de Nariño.- Esta fase tuvo como propósito la identificación de los especímenes depositados en las colecciones entomológicas; sin embargo, es importante aclarar que una vez realizadas las visitas a las colecciones del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-E), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-E), de la Universidad de Nariño (PSO-CZ) y de la Universidad del Valle (MEUV); se tomo la decisión de realizar la identificación del material mirmecológico de la colección de la Universidad de Nariño.

Esta decisión se tomó teniendo en cuenta que:

En primer lugar, la colección entomológica de la Universidad de Nariño cuenta con 836 registros pertenecientes al departamento de Nariño, siendo esta colección la que mayor número de registros de formícidos tiene para este territorio, con relación a las otras colecciones que existen en Colombia.

De los 836 registros se encontraron 252 aun sin identificar y son ejemplares que cuentan con fecha de colecta y localidades que no han sido muestreadas en ninguna otra colección; lo que evidenció la necesidad de completar el listado taxonómico correspondiente a los registros de esta colección, con el fin de ampliar no solo la representatividad taxonómica de las hormigas para el departamento de Nariño, sino también aumentar la representatividad geográfica de la misma.

Todo este proceso de identificación se llevó a cabo durante los meses de mayo de 2007 a febrero de 2008, en compañía de la Magíster Giselle Zambrano profesora de la Universidad del Cauca.

En cuanto a los especímenes que presentaron mayor dificultad en su identificación, fueron llevados al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN) y con la colaboración de Fernando Fernández y Roberto Guerrero, se realizó la identificación del material y la consecución de claves taxonómicas que facilitaron una identificación mas completa del material mirmecológico existente. También se conto con la ayuda del Magister David A. Donoso, de la Universidad de Oklahoma – USA.

En segundo lugar, la colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC), es la que presenta el mayor número de registros mirmecológico para este departamento. Se encuentran 389 hormigas, de las cuales todas se hallan identificadas desde orden hasta género. Es por esto que no fue necesario realizar la identificación del material biológico correspondiente a la familia Formicidae, ya que cuentan con una base de datos de los registros mirmecológicos encontrados en el departamento con todos los datos asociados al espécimen colectado.

De esta misma forma ocurre con la colección de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia (UNAB)

La tercera razón por la cual no se hizo la identificación en los institutos de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN), Alexander von Humboldt (IAvH-E) y en la Universidad del Valle, radica en la cantidad de material mirmecológico que se encuentran en montaje en líquido y sin separar y por la dificultad de acceso, manipulación e intercambio de material mirmecológico entre instituciones.

De esta manera la identificación del material mirmecológico se enfoca en la colección de la Universidad de Nariño y fue registrada en su totalidad en la tabla de registros mirmecológicos. Par la identificación de los especímenes a nivel de género, se realizó con la ayuda la clave taxonómica de Fernández 2003⁷².

- Solicitud base de datos.- La solicitud de la base de datos se realizó con el propósito de facilitar el conocimiento y análisis de los registros sistematizados y automatizados existentes sobre los formícidos de los departamentos de Cauca y Nariño.

En este sentido se solicitaron y obtuvieron las siguientes bases de datos:

- Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC).
- Colección Entomología del IAvH. Debido a que esta base de datos no presentaba en su totalidad la información mirmecológica existente, fue necesario completarla en 158 registros adicionales.
- Colección Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá (UNAB).

- Recopilación bibliográfica. La recopilación bibliográfica se realizó con el fin de completar el listado mirmecológico de los departamentos de Cauca y Nariño, de manera alterna a las revisiones de los museos y colecciones biológicas.

Las bibliotecas y centros de documentación visitados fueron:

- Biblioteca del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN.
- Centro de documentación del Instituto Alexander von Humboldt – IAvH.
- Centro de documentación del Departamento de Biología de la Universidad de Nariño.
- Centro de documentación de Entomología de la Universidad del Valle.
- Centro de documentación de la Reserva Natural La Planada.

⁷² FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

Además se hizo la revisión en Internet de diferentes centros de documentación, bibliotecas y bases de datos encontradas en las siguientes páginas:

- Antbase⁷³.
- Global Diversity Information Facility⁷⁴.
- Natureserve⁷⁵.

Toda la información bibliográfica recopilada fue incluida en la tabla de registros mirmecológicos con el fin de facilitar la posterior organización y análisis.

5.2.1.2 Organización de la información.- Una vez realizada la recopilación de la información se procedió a la organización de la misma mediante la sistematización, validación taxonómica, georeferenciación, validación geográfica y filtración, con el fin de facilitar el análisis posterior de esta.

Para la **sistematización** de la información, cada registro encontrado en las colecciones entomológicas y en bibliografía fue ingresado en la tabla de registros mirmecológicos.

Una vez incluidos los registros encontrados en la tabla, se procedió a la **validación taxonómica**. En esta fase se buscaron las sinonimias con la ayuda del documento: BIOTA COLOMBIANA: Lista de las hormigas neotropicales (2004)⁷⁶.

También se contó con el apoyo de bases de datos Online para la validación de nombres, una llamada ZipcodeZoo⁷⁷ y el programa Hymenoptera Name Server *versión 1.5* (2007)⁷⁸, para la validación de nombres de himenópteros.

⁷³ Agosti, D., and N. F. Johnson. Editors. 2005. Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (05/2005). Disponible en Internet: www.antbase.org

⁷⁴ Global Diversity Information Facility. Version 1.2.6. [Database online]. (Published: September 30, 2009). Disponible en Internet: www.gbif.org

⁷⁵ NatureServer. A Network Connecting Science with Conservation. [online]. 2009 NatureServe. Disponible en Internet: www.natureserve.org

⁷⁶ FERNÁNDEZ, F. Y SENDOYA, S. Special Issue: List of Neotropical Ants. En: Biota Colombiana. Junio de 2004. vol. 5, no. 1 (monográfico). 5-105 p.

⁷⁷ BAYSCIENCE FOUNDATION, INC. ZipcodeZoo.com. [base de datos en línea]. London. (revisado 18 de mar de 2009). 2004-2009. Disponible en Internet: <http://zipcodezoo.com/default.asp>

⁷⁸ JOHNSON, Norman. Hymenoptera Name Server version 1.5. [Database Online]. Programming is the responsibility of NFJ. Significant assistance in the development of the database was made by Musetti, Luciana. 2007. This material is based upon work supported by the National Science Foundation under grant DEB-9521648.

En la asignación de las subfamilias se tuvo como referente la nueva clasificación de Bolton (2003)⁷⁹.

Ya teniendo todos los registros validados taxonómicamente, se realizó la **georeferenciación** de aquellos registros que no tenían coordenadas geográficas específicas. Los registros que tan solo contaban con el nombre del departamento y el municipio, se les asignaron las coordenadas geográficas correspondientes a la cabecera municipal.

En estos casos las coordenadas geográficas se buscaron en el Gacetero de Localidades 2006, del IAvH⁸⁰; el gacetero mundial Fallingrain⁸¹ y el gacetero online GoogleEarth⁸². Con relación a las coordenadas geográficas correspondientes a las cabeceras municipales, fueron asignadas de acuerdo a la base de datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)⁸³.

Concluida la georeferenciación, se procedió a la **validación geográfica** mediante el uso del programa ArcGis 9.1.

Todos los registros fueron mapeados para confirmar que las coordenadas asignadas a las localidades correspondieran espacial y geográficamente en el mapa municipal de los departamentos de Cauca y Nariño. Este proceso de validación de localidades, se realizó también con la información que se encontró en las siguientes páginas web:

- Gobernación del Cauca⁸⁴.
- Alcaldía de Popayán⁸⁵.

⁷⁹ BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. *En*: Memories of the American Entomological Institute, 71. The American Entomological Institute, Gainesville. 2003.

⁸⁰ *Gacetero Digital de Localidades, 2006. [Gacetero en Línea]. UNISIG.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2006.

⁸¹ Global Gazetteer Version 2.1. [Gacetero Online]. Rain Genomics, Inc. Jan 26, 2006 Copyright 1996-2006 by Falling. Last Modified: March 18, 2009. Disponible en Internet: www.fallingrain.com/world/

⁸² GoogleEarth. Gacetero Mundial. [Gacetero En Línea]. Google, Inc. 2009. Disponible en Internet: earth.google.es/

⁸³ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. División Político – Administrativa (Departamentos, Municipios). Escala: 1:100.000. Formato: Shape

⁸⁴ *Gobernación del Cauca. Sitio Oficial de Gobernación del Cauca, Colombia. [En línea]. Popayán, Cauca: [Gobierno en Línea](http://Gobierno.en.Linea) del [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones](http://Ministerio.de.Tecnologías.de.la.Información.y.las.Comunicaciones), (citado septiembre de 2008). Disponible en Internet: www.gobcauca.gov.co/.*

- Alcaldías Municipales de Nariño⁸⁶
- Conozcamos Nariño. Municipio de Nariño⁸⁷.
- Municipios. Gobernación de Nariño⁸⁸.

Estas páginas fueron usadas para asignar de manera correcta y adecuada los nombres a los municipios, corregimiento, veredas y localidades específicas.

Finalmente la etapa de **filtración** de la información se realizó, teniendo en cuenta que los registros con carente o insuficiente información acerca de su localidad, fueron anulados.

5.2.1.3 Análisis de la información.- El análisis de la información se realizó con el propósito de lograr un cálculo y evaluación de la información recopilada y elementos que permitieran priorizar de áreas de investigación (análisis SIG, Uso de Índices de Fragmentación).

Se desarrollaron dos fases:

- Cálculo y evaluación de la información recopilada.- Esta fase se orientó a determinar la riqueza de formícidos a nivel genérico y a evaluar el estado actual del conocimiento de hormigas registradas para Cauca y Nariño, logrando así, identificar las coberturas geográficas con vacíos de información de formícidos en los dos departamentos.

- o Riqueza de géneros de formícidos:

La riqueza de géneros de formícidos se refiere al número total de géneros registrados en los departamentos de Cauca y Nariño.

⁸⁵ Alcaldía de Popayán, bienestar para todos. Sitio Oficial de la Alcaldía de Popayán en Cauca, Colombia. [En línea]. Popayán, Cauca: [Gobierno en Línea](#) del [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones](#), (citado noviembre de 2008). Disponible en Internet: www.popayan.gov.co/sitio.

⁸⁶ Alcaldías Municipales de Nariño. Estrategia de Gobierno En Línea del orden Territorial (GELT). [En línea]. (citado septiembre de 2008). Última Actualización: 22 de noviembre de 2009. Disponible en Internet: NombredelMunicipio-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml

⁸⁷ Conozcamos Nariño. Municipios de Nariño. [En línea]. San Juan de Pasto, Nariño: Universidad Mariana, (citado noviembre de 2008) Disponible en Internet: www.umariana.edu.co/municipios_narino.htm

⁸⁸ Municipios. Gobernación de Nariño. Página oficial del ente ejecutivo del departamento de Nariño. Última modificación 23 de noviembre de 2009. Disponible en Internet: http://www.gobernacion-narino.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&id=106&Itemid=118

Cada género fue contado una sola vez, independientemente si se encontró dos o más veces para la misma región, unidad geográfica, bioma o cobertura vegetal o si el reporte es del mismo género pero con especies diferentes.

- Evaluación del estado actual del conocimiento.

Para la evaluar el estado actual del conocimiento, se hizo uso de los **Indicadores de Conocimiento** sobre Biodiversidad del IAvH. Estos indicadores de conocimiento sobre biodiversidad permiten medir la cantidad y disponibilidad de información existente. Cuando esta información esta disponible da cuenta del potencial de construcción de conocimientos sobre biodiversidad, para un grupo de organismos, una región geográfica dada, o una entidad determinada⁸⁹.

Es decir, el sistema de indicadores de conocimiento se piensa entonces como una serie de herramientas metodológicas, tecnológicas y conceptuales para la descripción y posterior evaluación del estado del conocimiento sobre biodiversidad en Colombia⁹⁰ (SIB 2004).

Es así como los *indicadores de conocimiento sobre biodiversidad* se constituyen en *herramientas metodológicas* que permiten, en primer lugar, hacer un *diagnóstico* de la situación actual del conocimiento sobre biodiversidad, a través de la evaluación de la disponibilidad de información biológica, y en segundo lugar, llevar a cabo un *seguimiento* de los avances -derivados de la aplicación de la *Política Nacional de Biodiversidad*- en la construcción y generación de este conocimiento, siempre y cuando se obtengan series históricas en la aplicación de los indicadores⁹¹.

Los indicadores de conocimiento propuestos se dividen en tres grandes categorías, de acuerdo con el tipo de información sobre las cuales están basados, a saber: información bibliográfica, información de colecciones biológicas, e indicadores basados en información sobre biodiversidad.

Durante la evaluación del estado actual del conocimiento se hizo uso de los indicadores basados en información de colecciones biológicas. Estos indicadores permiten conocer en que condiciones se encuentra la información asociada a los especímenes depositados en una colección biológica, que tan representativa es la colección y que tan documentada,

⁸⁹ SISTEMA DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA – SIB. Un modelo para la gestión de información ambiental en el país. Presentación Taller Sistemas de Información Biológica, RNOA Cali. Agosto 2 – 5 de 2004. 3 p.

⁹⁰ *Ibíd.*, 3 p.

⁹¹ SISTEMA DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA – SIB. Un modelo para la gestión de información ambiental en el país. Presentación Taller Sistemas de Información Biológica, RNOA Cali. Agosto 2 – 5 de 2004. 4 p.

completa, disponible y estudiada se encuentra esta información, en un área geográfica específica.

La importancia de conocer esto, radica en que las colecciones biológicas, representan el patrimonio de conocimientos de las instituciones directamente relacionados con la biodiversidad de la nación.

Debido a que la información que contienen las colecciones biológicas, en algunos casos, aún no ha sido lo suficientemente depurada y evaluada, es necesario utilizar instrumentos como los indicadores de conocimiento, que permiten apreciar las colecciones desde diferentes perspectivas.

En consecuencia se facilita la toma de decisiones adecuadas sobre su administración, así como la planeación de expediciones de muestreo pertinentes para avanzar en la elaboración del inventario nacional de la biodiversidad⁹², en la elaboración de publicaciones, en el intercambio de material biológico y convenios interinstitucionales que ayudarían al crecimiento de la colección y mayor acceso a la información.

Los indicadores que se utilizaron en esta investigación se definen como:

Los **Indicadores de Representatividad** permiten saber que tan significativa es la información que contienen las colecciones biológicas, en cuanto a la cantidad de taxones de formícidos y la cantidad de unidades geográficas que representa.

A continuación (ver cuadro 1 y Anexo B1) se puede observar el nombre de los indicadores, la variable que mide, la presentación del resultado y la interpretación del mismo.

Cuadro 1. Descripción indicadores de representatividad.

INDICADORES DE REPRESENTATIVIDAD	VARIABLE	PRESENTACIÓN DEL RESULTADO	INTERPRETACIÓN
Taxonómica de colecciones por grupos biológicos	# de géneros de hormigas de Cauca y Nariño en cada colección biológica. # total de géneros reportados para los dos departamentos	Histograma de frecuencias (Valores porcentuales).	Muestra el valor porcentual de géneros de hormigas registrados para cada colección biológica evaluada, con respecto a un total estimado para los dos departamentos.
geográfica de colecciones por grupos biológicos	# de áreas de interés donde se presenta colecta para la familia Formicidae, en los	Histograma de frecuencias (Valores porcentuales).	Muestra un valor porcentual de los biomas, las coberturas vegetales y los distritos de los departamentos de Cauca

⁹² *Ibíd.*, 4 p.

	departamentos de Cauca y Nariño.		y de Nariño que mas han sido inventariadas por las seis colecciones biológicas visitadas.
--	----------------------------------	--	---

Modificado de Vivas 2003⁹³

Los **Indicadores de Complementariedad** permiten evaluar si la información que presentan las colecciones es complementaria o similar con relación a la taxonomía y la ubicación geográfica (ver cuadro 2 y Anexo B2).

Cuadro 2. Descripción Indicadores de Complementariedad.

INDICADORES DE COMPLEMENTARIEDAD:	VARIABLE	PRESENTACIÓN DEL RESULTADO	INTERPRETACIÓN
taxonómica (entre pares de conjuntos de datos)	# de géneros registrados para los departamentos de Cauca y Nariño presente en el museo de Historia Natural de la U del Cauca y la colección entomológica de la U de Nariño	Índice de complementariedad de Colwell y Coddington ⁹⁴	Permite determinar la cantidad de géneros compartidos entre las dos colecciones.
geográfica (entre pares de conjuntos de datos)	# de localidades o áreas de interés muestreadas en los departamentos de Cauca y Nariño presente en el museo de Historia Natural de la U del Cauca y la colección entomológica de la U de Nariño	Índice de complementariedad de Colwell y Coddington ⁹⁵	Permite determinar la cantidad de localidades o áreas de interés muestreadas que se comparten por las dos colecciones.
Complementariedad Total	# total de taxones (géneros y subfamilias) y de coberturas geográficas (biomas, coberturas vegetales y distritos)	Índice de complementariedad de Colwell y Coddington ⁹⁶	Permite sabe que tan disimiles son los datos independientemente de las colecciones visitadas, tanto a nivel taxonómico como a nivel geográfico.

Modificado de Vivas 2003⁹⁷

⁹³ VIVAS, A., 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaegia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 2003. 27 p.

⁹⁴ COLWELL, R. Y CODDINGTON, J. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1994. Series B.345:101-118.

⁹⁵ *Ibíd.* 104 p.

⁹⁶ *Ibíd.* 105 p.

⁹⁷ VIVAS, A., 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaegia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 2003. 27 p.

Los **Indicadores de Completitud** nos permiten interpretar que tan completa esta la información contenida en las colecciones con respecto a taxones, unidades geográficas y cantidad de registros existentes para cada taxón, es decir, cuantos taxones se reportan, cuantos registros hay de cada uno de ellos y en cuantas unidades geográficas se ha colectado (ver cuadro 3 y Anexo B3).

Cuadro 3. Descripción Indicadores de Completitud.

INDICADORES DE COMPLETITUD	VARIABLE	PRESENTACIÓN DEL RESULTADO	INTERPRETACIÓN
Completitud de un conjunto de datos	# de datos de colecta que presentan los formícidos colectados para los departamentos de Cauca y Nariño en las siete colecciones biológicas revisadas	Valor porcentual	Evalúa la calidad de los conjuntos de datos asociados a los formícidos colectados para los dos departamentos.
Cantidad de información en colecciones	# de localidades para cada colección evaluada. # de registros para cada colección evaluada. # de géneros para cada colección evaluada.	Grafica de Frecuencia	Permite identificar valores numéricos en cuanto a la información contenida en cada colección evaluada para la familia Formicidae, en lo que se refiere a # de géneros, # de localidades y # de registros.
Densidad de información de colecciones por unidad de área (localidades, registros, taxones)	# de localidades, # de registros y # de géneros reportados para los departamentos de Cauca y Nariño	Se realizara un mapeo mediante áreas de diferente intensidad de color.	Los colores mas claros indicaran áreas que necesitan mayor inversión en esfuerzo de colecta por parte de las colecciones en aras de incrementar la información disponible de biodiversidad
Intensidad de muestreo en colecciones	# de géneros y # de registros reportados por localidad para cada colección. # de registro y # de géneros por localidad reportados para cada subfamilia # de géneros y de registros por localidad, reportados en un área específica	Histograma de frecuencias Histograma de frecuencias Mapeo mediante puntos de diferente tamaño	Indica la cantidad de esfuerzos invertidos en colecta por cada colección. Indica los géneros mas adecuados para hacer revisiones geográficas y taxonómicas en colecciones. Tamaños grandes indican localidades con grandes esfuerzos de colecta. Tamaños pequeños indican localidades donde existen colectas pero se debe invertir esfuerzos de colecta.

Cobertura geográfica de colecciones	Área (Km2) de cobertura geográfica influenciada por cada colección evaluada	Mapa mediante puntos de diferentes colores diferenciando las colecciones y tabla de áreas que ocupan colecciones	Permite evaluar el área cubierta por una colección en el ejercicio de sus funciones de colecta, con base en los registros biológicos que almacene y basado en parámetros biológicos de los formícidos.
--	---	--	--

Modificado de Vivas 2003⁹⁸

En el caso de los indicadores que requieren un análisis cartográfico, se utilizaron tres tipos de coberturas geográficas diferentes: biomas, coberturas vegetales y distritos biogeográficos (ver mapas 3, 4 y 5), porque que estas coberturas geográficas asocian componentes de la biota, criterios fisionómicos de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas y factores ambientales, que permiten relacionar estas variables con las tendencias de muestreos y de fragmentación de los hábitats.

- Coberturas geográficas:

En los mapas siguientes se puede observar los tipos de coberturas geográficas utilizadas:

Los **biomas** pueden considerarse como un conjunto de ecosistemas terrestres afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales⁹⁹.

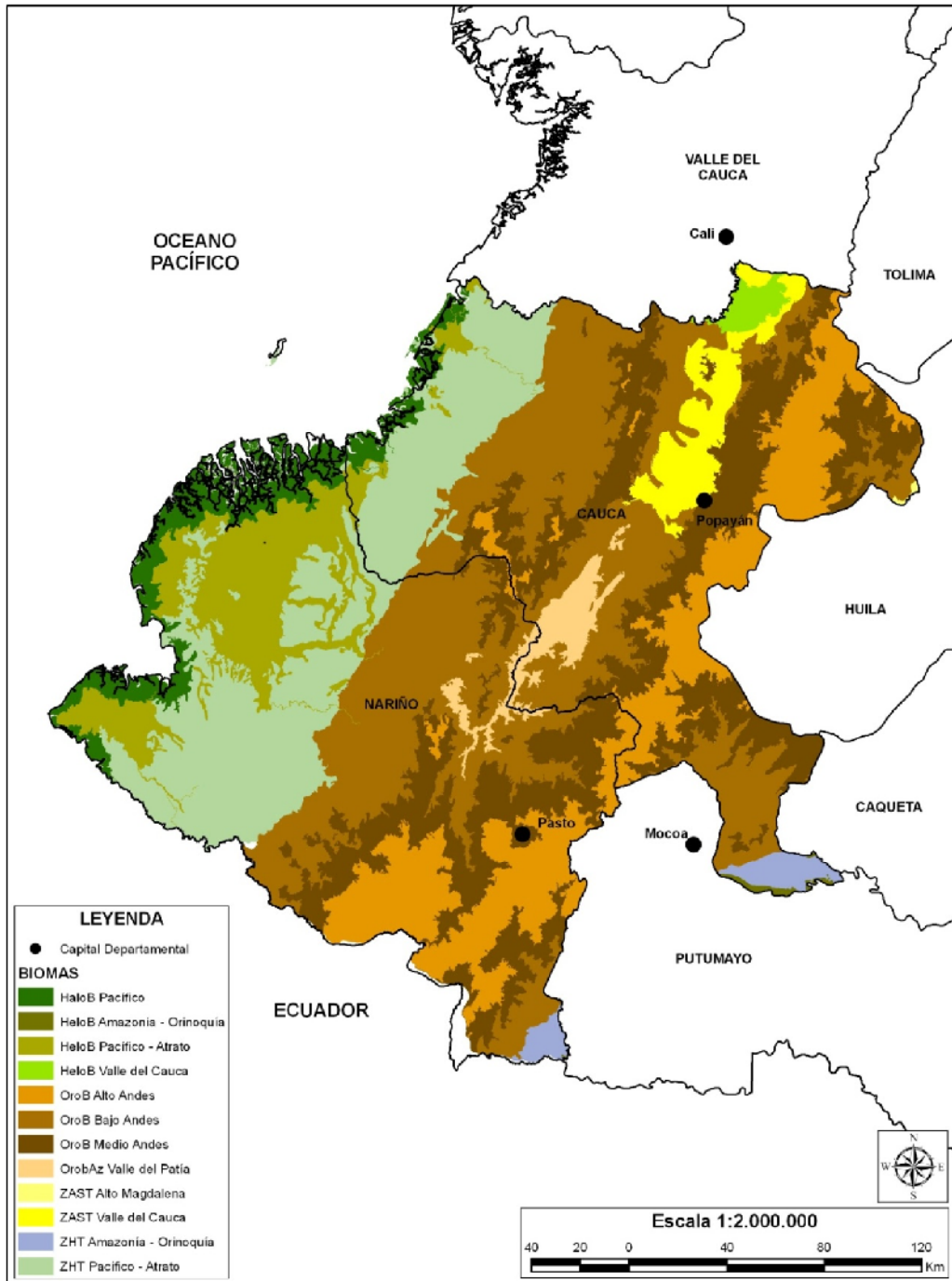
En Colombia se reportan tres grandes biomas a saber: zonobiomas, orobiomas y pedobiomas¹⁰⁰ y en el marco de estos tres grandes biomas, para el caso de los departamentos de Cauca y de Nariño se identificaron 12 biomas (ver mapa 3 y Anexo C)

⁹⁸ VIVAS, A., 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaegia* y *Faramea* (Fam. Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (electrónica). Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia, 2003. 27 p.

⁹⁹ Walter, 1985 y Hernández y Sánchez, 1992, citado por: IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreís e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. Bogotá, D.C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

¹⁰⁰ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreís e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. Bogotá, D.C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Mapa 3. Mapa de biomas de los departamentos de Cauca y Nariño.



dificado de IDEAM, et al.¹⁰¹

Mo

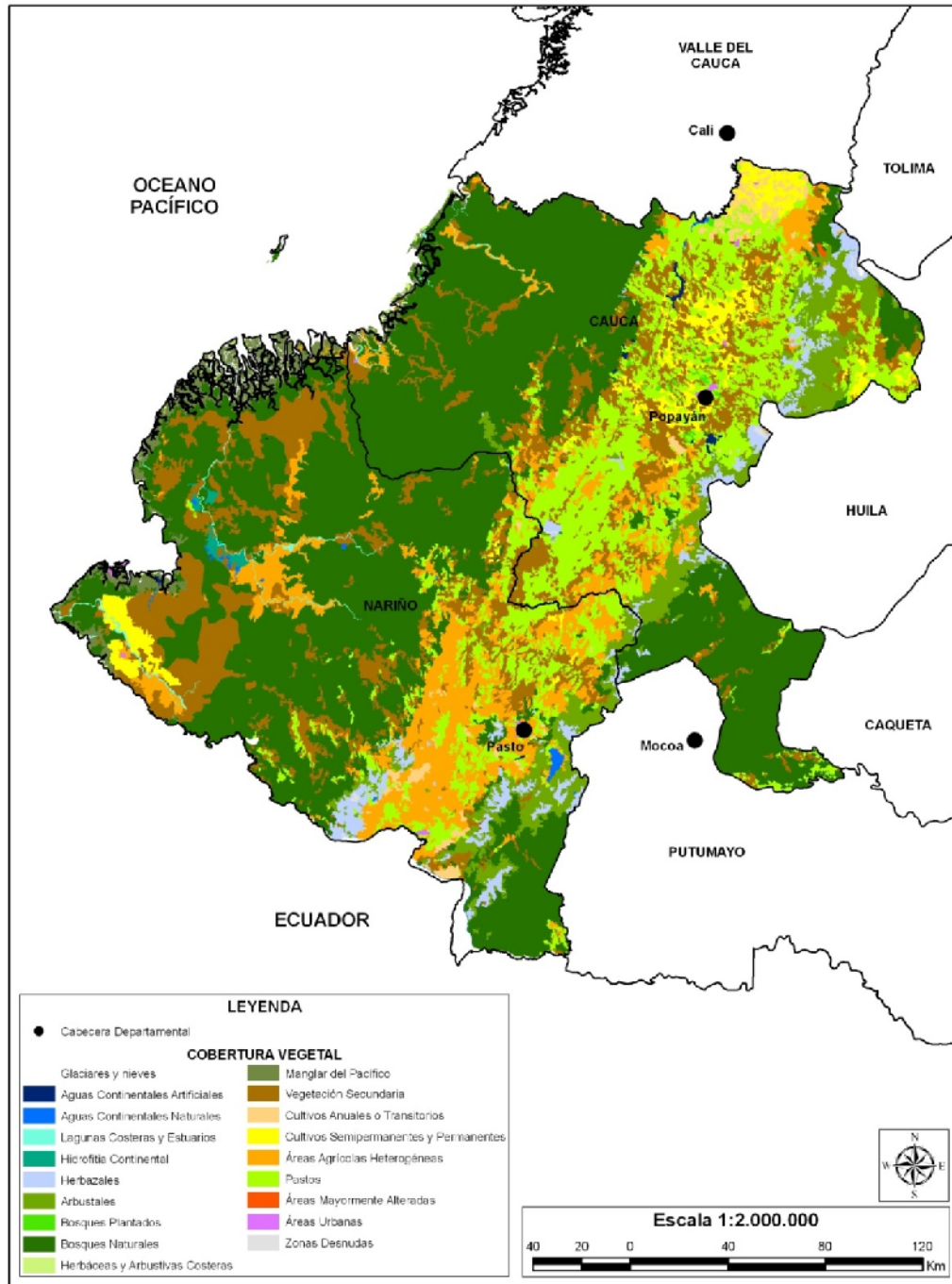
¹⁰¹ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Ecosistemas Terrestres (Biomas). Escala: 1:500.000. Bogotá, 2007. Formato: Shape

A la **Cobertura vegetal**, Gámez (1992) define la cobertura como un todo o una parte de algunos de los atributos de la tierra que, de cierta forma, ocupan una porción de su superficie ya que están localizados sobre esta. El IDEAM (1997) describe de manera puntual la cobertura como aquella unidad delimitable que surge a partir de un análisis de las respuestas espectrales determinadas por sus características fisonómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima¹⁰².

En el área de estudio se encontraron 19 coberturas vegetales diferentes, agrupadas en cinco categorías (ver mapa 4 y Anexo C).

¹⁰² IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreís e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. Bogotá, D.C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Mapa 4. Mapa de Coberturas Vegetales de los departamentos de Cauca y Nariño.



COBERTURA VEGETAL

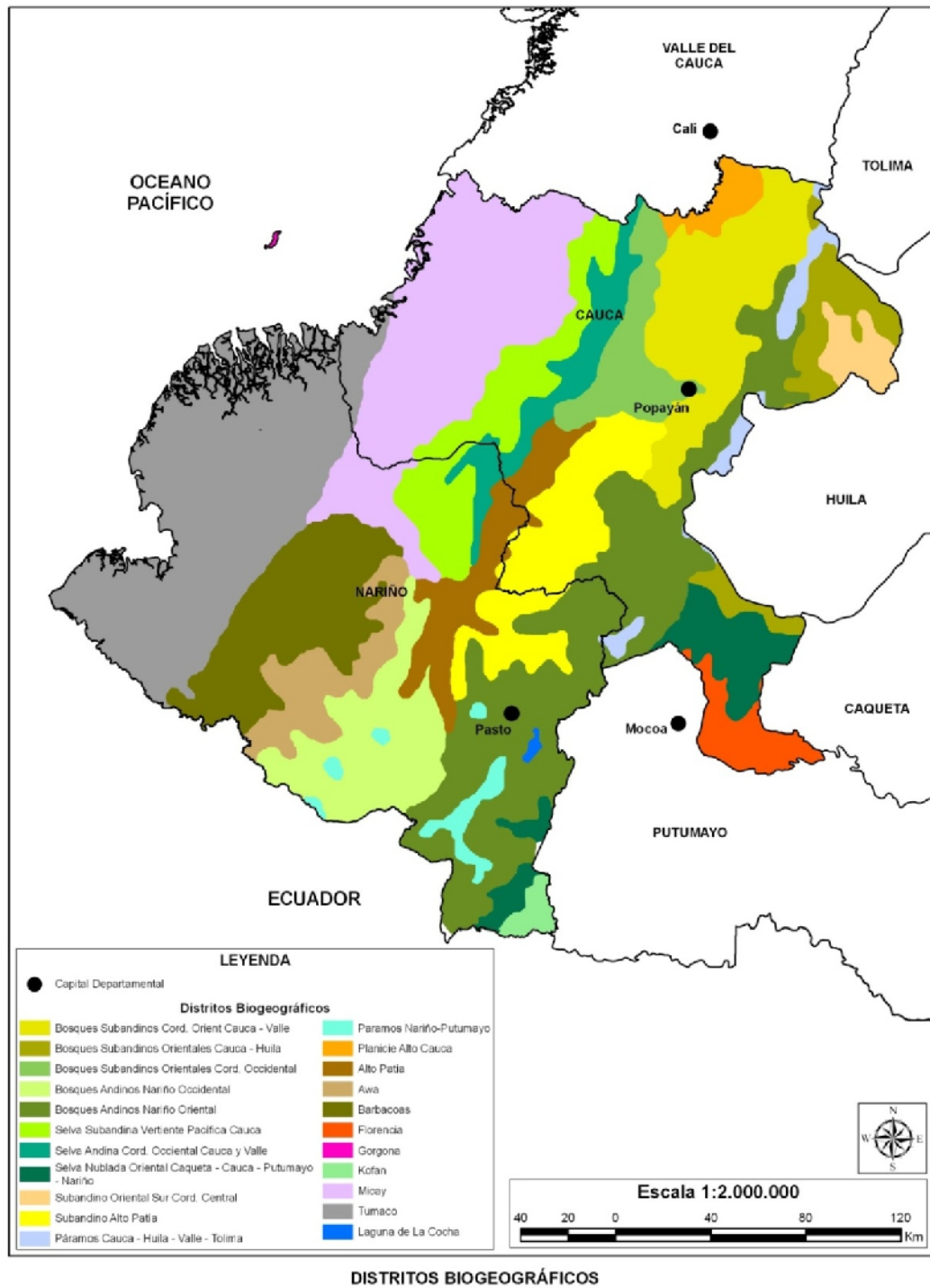
Modificado de IDEAM, et al.¹⁰³

¹⁰³ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Ecosistemas Terrestres (Biomás). Escala: 1:500.000. Bogotá, 2007. Formato: Shape

Distritos biogeográficos: Estas unidades o distritos biogeográficos, se definieron teniendo en cuenta criterios fisionómicos de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas y en los componentes de la biota.

Para este trabajo se hallaron 21 distritos biogeográficos distribuidos en tres provincias biogeográficas (ver mapa 5 y Anexo C).

Mapa 5. Mapa de Distritos Biogeográficos de los departamentos de Cauca y Nariño.



Modificado de HERNÁNDEZ, et al.¹⁰⁴

¹⁰⁴ La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. HALFFTER, G. Unidades Biogeográficas de Colombia. HERNÁNDEZ, J., et al.

De esta manera se logró determinar el cálculo y evaluación de la información recopilada tal como se había planteado en la primera fase y a su vez sentar las bases para el análisis de fragmentación y priorización de áreas de investigación.

5.2.2 Fase II: Priorización de áreas de investigación (análisis SIG, Uso de Índices de Fragmentación). Esta fase tuvo como propósito priorizar las áreas para investigación de formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño, debido a la ausencia de una base de datos consolidada que ha evitado la generación de mayor información biológica y replicas de información.

Esta ausencia, a su vez, genera vacíos permanentes de información, en departamentos que presentan gran diversidad mirmecológica y geográfica, perdiéndose así, información diversa y accesible.

Para lograr esta priorización, fue necesario el uso de dos herramientas indispensables para la determinación de estas áreas. Estas herramientas son:

5.2.2.1 Los sistemas de información geográfica – SIG.- Los sistemas de información geográfica son un conjunto de métodos, herramientas y datos para trabajar con información espacial¹⁰⁵, que permiten almacenar, organizar, manipular, analizar, integrar y desplegar¹⁰⁶ la información y expresarla de manera más dinámica, es decir, que sea posible su modificación para permitir diversos análisis desde diferentes perspectivas, además de hacer visual toda esta información a través de un mapa.

En este estudio, la información que se procesó con los SIG, es la que se obtuvo de los datos colectados sobre la diversidad mirmecofaunística de los departamentos de Cauca y Nariño. Los SIG, a través parámetros estándares y etapas organizadas, apoyaron directamente la priorización de las áreas importantes para la investigación de formícidos¹⁰⁷.

Escala 1:4.000.000 aprox. México. Instituto de Ecología, A.C. 2007. 1 plano: 52.5 x 36.5 cm.

¹⁰⁵ Los Sistemas de Información Geográfica - SIG. [En línea]. Bogotá D.C. Instituto Alexander von Humboldt. 2009. (citado febrero de 2008). Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt>

¹⁰⁶ BECKER, P. National Center for Geographic Information and Analysis, State University of New York At Buffalo. GIS Development Guide. Local Government GIS Demonstration Grant. New York. 2009. Disponible en Internet: www.geog.buffalo.edu/ngia/sara/volunej/pdf

¹⁰⁷ SARMIENTO, M. Diseño e Implementación del SIG de la Reserva Natural La Planada. Documento de Trabajo. Programa de conservación. Fundación FES Social – Reserva Natural La Planada. Santiago de Cali. 2006

El uso de los sistemas de información geográfica permitió entre otros:

- Validar la espacialización geográfica de los registros mirmecológicos encontrados para los departamentos de Cauca y Nariño.
- Obtener de manera rápida y precisa los indicadores de representatividad geográfica, los indicadores de complementariedad geográfica, de densidad de información de colecciones por unidad de área (localidades, registros, taxones), los de intensidad de muestreo en colecciones, de cobertura geográfica de colecciones.
- Determinar los lugares con vacíos de información.
- Desarrollar los indicadores de Fragmentación.

En el desarrollo de este proyecto se usó los software ArcView 3.2, 1992-1999, creado por Environmental Systems Reserch Institute (ESRI), Inc., con una actualización del 2002; ArcGis 9.1 1999-2003 creado también por la empresa ESRI, con una actualización service pack 2 del 2006; Patch Analyst 1999, desarrollado por Robert Rempel, Angus Carr y Phyl Elkie y el programa DIVA-GIS 5.2.0.2, creado por Robert J. Hijmans, Luigi Guarino, Andy Harvis, Rachel O. Brien, y Prem Mathur.

La cartografía se obtuvo de las siguientes fuentes:

Cartografía Base:

- División Político – Administrativa (Departamentos, Municipios). Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Escala: 1:100.000. Formato: Shape.
- Centros Poblados (Capitales Departamentales): Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Escala: 1:500.000. Formato: Shape.

Cartografía Temática:

- Ecosistemas Terrestres (Biomás): - Fuente: Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Escala: 1:500.000. 2007. Formato: Shape¹⁰⁸.
- Cobertura Vegetal: Fuente: Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Escala: 1:500.000. 2007. Formato: Shape¹⁰⁹.
- Unidades Biogeográficas: Fuente: La diversidad Biológica de Iberoamérica. Unidades Biogeográficas de Colombia. Escala: 1:4.000.000 aprox. Formato: Análogo (Papel)¹¹⁰.

¹⁰⁸ IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. SINCHI e IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto de Investigaciones Científicas SINCHI. Escala 1:500.000. Proyección Conforme de Gauss. Datum MAGNA – SIRGAS. Bogotá, D.C; IGAC, 2007. Cartografía Digital, Formato SHAPE

¹⁰⁹ *Ibíd.*,

Todos los mapas que se obtuvieron a partir de los análisis SIG son presentados en escala 1:2.500.000 y 1:2.800.000.

5.2.2.2 Indicadores para la evaluación de la fragmentación.- La fragmentación se cuantifico a partir de índices que reflejan los patrones espaciales de los ecosistemas y ofrecen una visión de la composición y configuración de estos, a través de medidas de área, forma y borde de los fragmentos. Estos factores determinan la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y analizando esto, a partir de la ecología del paisaje unida a información ecológica y taxonómica adicional y específica, permitió identificar áreas prioritarias para la investigación, lo que genero el reconocimiento de las características biológicas y ecológicas de dichas áreas.

La información obtenida sobre las aéreas prioritarias, va a permitir en un futuro tomar decisiones concernientes a conservación, ya sea de taxones o de ecosistemas estratégicos, de manera mas acertada y precisa, razón por la que se convierten en una herramienta de análisis en la toma de decisiones políticas y conservacionistas para el manejo de los recursos naturales¹¹¹.

Para evaluar la fragmentación se utilizaron los índices de la cuantificación de configuración espacial (ver figura 1). Estos índices se dirigen a cuantificar el carácter espacial de las unidades de paisaje dentro de un área de interés¹¹².

Estos se dividieron en tres grandes categorías:

- Índices de la superficie de los ecosistemas en áreas de interés, dentro de este índice se calcularon los siguientes índices: área total del ecosistema y porcentaje del ecosistema (ver figura 1).

¹¹⁰ La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Gonzalo Halffter. Unidades Biogeográficas de Colombia. Jorge Hernández Camacho, Adriana Hurtado Guerra, Rosario Ortiz Quijano y Thomas Walschburger. Escala 1:4.000.000 aprox. México. Instituto de Ecología, A.C. 2007. 1 plano: 52.5 x 36.5 cm.

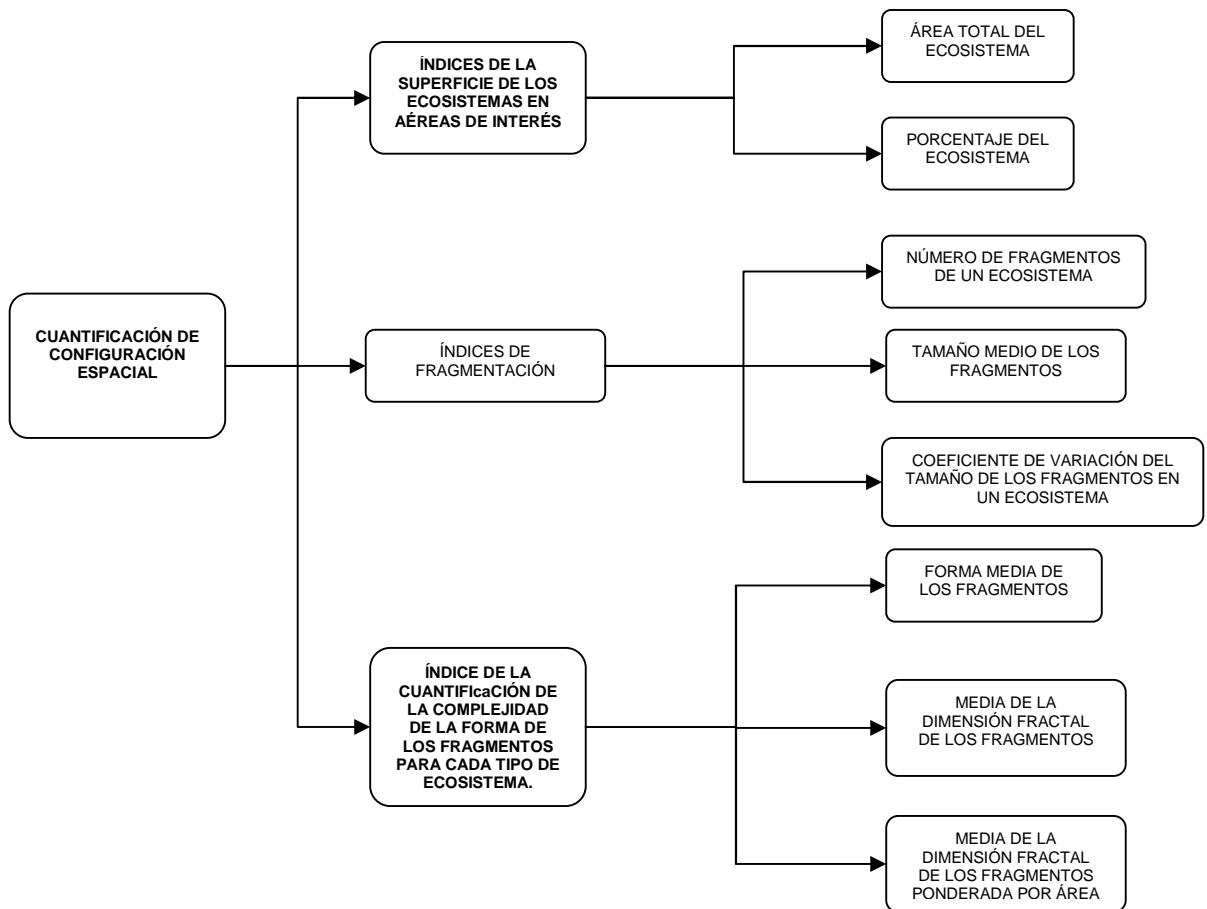
¹¹¹ Indicador de Fragmentación de los Ecosistemas. [Hoja Metodológica en Línea]. Instituto Alexander von Humboldt. Sistema de indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica SIG. Bogotá, mayo del 2002. Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/sig/Anexoll/Indfragmenta.pdf>

¹¹² BANDA, A. Y SARMIENTO, M. Identificación y evaluación del estado de Unidades de Paisaje en Áreas Protegidas: Parque Nacional Natural Sumapaz. Trabajo de grado Geógrafo. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Humanidades, Departamento de Geografía, 2004. 144 p.

- Índices de fragmentación de las áreas de interés. Dentro de este índice se calculó el número de fragmentos de un ecosistema, el tamaño medio de los fragmentos y el Coeficiente de variación del tamaño de los fragmentos de un ecosistemas (ver figura 1).

- Índices que cuantifican la complejidad de la forma de los fragmentos para cada tipo de unidad de paisaje. En este caso, se calcularon forma media de los fragmentos, media de la dimensión fractal de los fragmentos ponderada por área y media de la dimensión fractal de los fragmentos (ver figura 1).

Figura 1. Diagramación índices para la evaluación de la fragmentación.



Para priorizar los valores obtenidos mediante el uso de los indicadores de la figura 1, se aplicó una Matriz de valoración (ver Anexo C) que permitió determinar cual cobertura vegetal natural se hallaba más fragmentada en su respectivo bioma y en su respectivo distrito biogeográfico.

Una vez obtenidos las áreas más fragmentadas se evaluó su composición para realizar un mayor análisis espacial.

Para ello se utilizaron los Índices que cuantifican la composición de un área de interés. Estos están dirigidos a cuantificar las características asociadas con la diversidad de los tipos de parches de unidades de Paisaje, dentro de un área de interés, pero sin considerar el carácter espacial, la localización y la ubicación de estos dentro del área de interés.

- Los índices que se calcularon para cuantificar la composición de las áreas de interés, se refieren a:

- Riqueza: Se refiere al número de diferentes tipos de parches de unidades dentro de un área de estudio.

- Diversidad: se refiere a la medida de la diversidad y abundancia relativa de ecosistemas naturales en un área de interés.

- Similitud: Se refiere a la abundancia relativa de los diferentes tipos de parches de unidades de paisaje; esta medida es relativa a la dominancia o equidad de los tipos de paisaje en un área de interés.

La forma de obtención de los índices de cuantificación de configuración espacial y de los índices que cuantifican la composición de un área de interés, se realizó de forma automática mediante el software Patch Analyst que corre bajo el entorno de ArcView 3.2. Para mayor información acerca de la obtención, interpretación y cálculo de estos índices, en el Anexo D se especifican conceptos y formulas.

Para evaluar la fragmentación y priorizar las áreas de investigación se siguieron los siguientes pasos:

- Primero. Se definió como vacíos de información aquellos biomas y distritos que en el indicador Densidad de información por área ingresaron en los siguientes rangos:

Nulo: aquellas áreas en las que no se reporta ningún registro de formícidos.

Muy bajo: aquellas áreas que tuvieron una densidad correspondiente al percentil 25 (P_{25})

Bajo: aquellas áreas que tuvieron una densidad correspondiente al percentil 50 (P_{50})

- Segundo. Se aplicaron los índices de fragmentación mencionados en la figura 1, sobre los paisajes, que corresponden a las coberturas de biomas y distritos que se hallaron incluidos en las tres categorías explicadas en el punto anterior.

La unidad de análisis espacial que se tuvo en cuenta para la aplicación de los índices de fragmentación fue la cobertura vegetal, ya que se considera como el elemento representativo de la fisonomía biótica de los departamentos de Cauca y Nariño, en donde

las alteraciones de la configuración espacial, ocasionados por fenómenos naturales o antrópicos, son fácilmente observados.

- Tercero. Dentro de la unidad de análisis espacial, es decir sobre la cobertura vegetal, se evaluó el grado de fragmentación correspondiente a las categorías de Arbustales, Bosques naturales, Herbazales y Herbáceas y arbustivas costeras, debido a que estas coberturas vegetales que se encuentran con menor grado de intervención, representan fragmentos de la vegetación propia de la zona de estudio.

- Cuarto. La determinación de las áreas prioritarias para la investigación mirmecológica se realizó teniendo en cuenta aquellas áreas que presentaron los valores de fragmentación más altos para los diferentes ítems evaluados, debido a que estos fragmentos son los que corren mayor riesgo de desaparecer dado su tamaño y su forma. Finalmente se discutió su importancia con base en los índices de cuantificación de la composición de las áreas encontradas como prioritarias.

Todo este proceso permitió establecer resultados relacionados con la situación en que se encuentra la información existente para los formicidos de los departamentos de Cauca y Nariño y los lugares que necesitan de manera prioritaria un inventario, dadas sus probabilidades de fragmentación y lo poco que se conoce de ellas.

6. RESULTADOS

6.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN (IDENTIFICACIÓN, SISTEMATIZACIÓN, FILTRACIÓN, VALIDACIÓN, GEOREFERENCIACIÓN).

Para la obtención de la información disponible de formicidos para los departamentos de Cauca y Nariño se realizaron las siguientes etapas:

6.1.1 Visitas a museos y colecciones biológicas.

6.1.2 Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica de la Universidad de Nariño.

6.1.3 Solicitud base de datos.

6.1.4 Recopilación bibliográfica.

A continuación se desarrollan cada uno de estas etapas.

6.1.1 Visita a museos y colecciones biológicas.- Las visitas que se realizaron a las cuatro colecciones mencionadas en la metodología, permitieron recopilar 1123 registros distribuidos en los departamentos de Cauca y Nariño, tal y como aparece en la siguiente tabla:

Tabla 1. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, encontrados en las colecciones biológicas por visita personal.

NOMBRE DE LA COLECCIÓN –ACRÓNIMO	Registros Cauca	Registros Nariño	Registros Total
Colección Zoológica P.S.O - CZ	72	836	908
Colección de Zoología – ICN	19	13	32
Instituto Alexander von Humboldt- IAvH	72	86	158
Museo de Entomología de la Universidad del Valle - MEUV	18	7	25
TOTAL	181	942	1123

6.1.2 Identificación de material biológico correspondiente a la colección entomológica de la universidad de Nariño. - La colección de la Universidad de Nariño – PSO-CZ, actualmente contiene 1023 registros de hormigas colectados en departamentos como Atlántico, Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cauca, Cesar, Huila, Magdalena, Nariño, Putumayo, Santander, Sucre, Tolima y Valle; de los cuales 908 registros corresponden a los departamentos de Cauca y Nariño. Para el departamento del Cauca se encontraron 72 y 836 para e

departamento de Nariño. De los registros encontrados para Cauca y Nariño, 273¹¹³ se encontraban sin identificar: 21 especímenes para Cauca y 252 para Nariño (ver Anexo E).

Dentro de estos especímenes identificados se reportan dos nuevos registros:

- *Myrmelachista joicey* (Longino, 2006) (ver figura 2)

Material examinado: COLOMBIA, Nariño, Barbacoas, Reserva Natural Rio Ñambí, 1400 msnm, IV-2004, A. Bastidas; la misma localidad, V-2006, S. Cabrera.

Distribución geográfica: COSTA RICA, NICARAGUA. En Costa Rica se encuentra en el bosque nublado por encima de 1000m, desde la Cordillera de Tilarán al sur de la Cordillera de Talamanca.

Observaciones: Entre las 73 especies válidas para este genero, 27 especies de obreras presentan nueve segmentos antenales, y se encuentran concentradas principalmente en Centroamérica y el Caribe, con sólo dos especies conocidas en América del Sur. Las 46 especies restantes, son obreras que cuentan con 10 segmentos antenales y en su mayoría se encuentran en América del Sur, con sólo 3 especies en Centroamérica y México.

Notas comparativas: Las características del hábitat en que se encuentran los especímenes colectados en Costa Rica y los revisados durante la elaboración de esta investigación, son similares, a pesar de hallarse bastante alejados. Esto confirmaría un nuevo reporte para Suramérica y por ende para Colombia (ver figura 2); además aumenta el número de especies de nueve segmentos registrados para Suramérica.

Figura 2. *Myrmelachista joicey*. Nuevo reporte para Colombia y Suramérica. A. Vista frontal; B. Vista lateral.



¹¹³ De los 273 registros, 171 fueron colectados por Ana María Bastidas U. en trabajos de investigación previos a esta investigación, en la actualidad han sido donados a la colección entomológica de la Universidad de Nariño – PSO-CZ; respecto a los duplicados se esta tramitando la donación a otras colecciones nacionales e internacionales como: Colección entomológica del INSTITUTO ALEXANDER VON Humboldt - IAvH, la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia –ICN y al Museo de Zoología de Madrid.

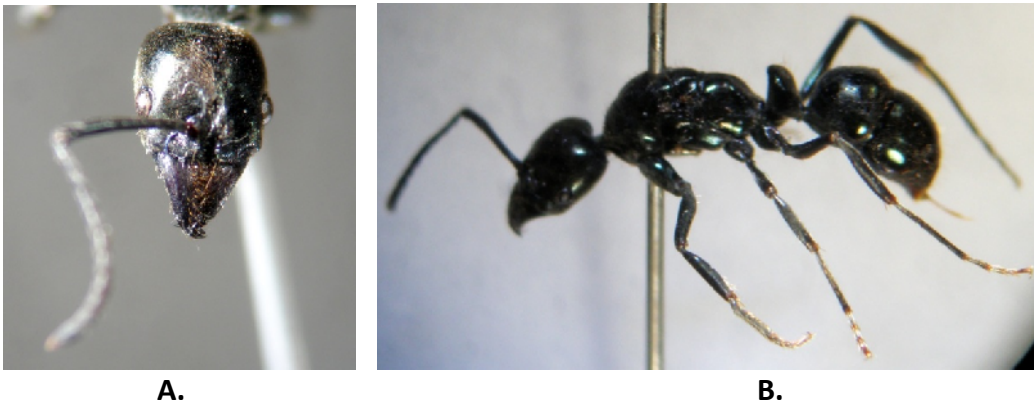
- ***Pachycondyla schoedli*** (Mackay y Mackay, 2006) (ver figura 3).

Material examinado: COLOMBIA, Nariño, San Juan de Pasto, 17-XI-2005, O. Tovar; Nariño, San Juan de Pasto, Sede Universidad de Nariño, Torobajo, 2490 msnm, 24-V-2007, J. Ortiz; Nariño, Chachagüí, Sede COM familiar, 1800 msnm, 09-IV-2006, C. Unigarro.

Distribución geográfica: ECUADOR, Pichincha, Reserva Natural Bellavista, 2150 msnm, 2006, Mackay y Mackay.

Nota comparativa: se presenta una amplitud de rango y el primer registro para Colombia (ver figura 3), que aun esta por confirmar por el Dr. David Donoso. Si llegara a ser confirmado por el Dr. Donoso, no solo ampliaría el rango de distribución latitudinal de la especie, sino que se ampliaría su distribución altitudinal, ya que en el Ecuador los especímenes registrados corresponden a la misma localidad, la Reserva Bellavista en Pichincha - Ecuador a 2150 msnm (Mackay y Mackay 2006), mientras que para Nariño la colecta se realizó en el municipio de Pasto, en la cabecera municipal, a 2490 msnm y un segundo ejemplar se colecto en el Municipio de Chachagüi a 1800 msnm.

Figura 3. Fotografías de *Pachycondyla schoedli*. Nuevo reporte para Colombia, por confirmar. A. Vista frontal; B. Vista lateral.



Lo anterior se obtuvo una vez realizada la curatoría a los 908 ejemplares presentes en la colección de la Universidad de Nariño PSO-CZ y finalmente se aportó tanto en medio magnético como impreso las claves taxonómicas encontradas para dicha identificación, como parte del aporte de este proyecto a la colección.

6.1.3 Solicitud base de datos.- Se consiguieron cuatro bases de datos que agilizaron el proceso de sistematización, con un total de 1685 (ver tabla 2) registros.

Estas bases de datos pertenecen a la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, al museo Entomológico de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, a la colección del Instituto Alexander von Humboldt y al museo de entomología de la Universidad del Valle. En las dos primeras

bases de datos mencionadas, los formícidos correspondientes a los departamentos de Cauca y Nariño se encontraban completamente sistematizados.

A continuación se discriminan los registros encontrados en las diferentes bases de datos.

Tabla 2. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, adquiridos en forma de base de datos

BASES DE DATOS	Registros Cauca	Registros Nariño	Registros Total
Museo de Historia Natural Universidad del Cauca - MHN-UC	389	0	389
Instituto Alexander von Humboldt- IAvH	621	403	1023
Museo de Entomología de la Universidad del Valle - MEUV	240	0	240
Museo Entomológico Facultad de Agronomía - UNAB	12	21	33
TOTAL	1262	424	1685

6.1.4 recopilación bibliográfica.- En la biblioteca del ICN se revisaron 18 revistas diferentes, para un total de 1985 artículos de los cuales solo 14 contenían información relacionada con hormigas para Cauca y Nariño (ver tabla 3 y Anexo F).

En el centro de documentación del IAvH, no se encontraron registros documentados de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, ya que la mayoría de documentos encontrados corresponden a informes institucionales y de gestión (ver tabla 3 y Anexo F).

En el centro de documentación de Entomología de la Universidad del Valle se revisaron 8 revistas con un total de 263 artículos, de los cuales solo dos reportan hormigas para Cauca y Nariño. Además se consultaron 4 tesis de las cuales solo dos registraron información para formícidos en el departamento del Cauca (ver tabla 3 y Anexo F).

En el centro de documentación del Departamento de Biología de la Universidad de Nariño se encontraron tres trabajos de grado que registran hormigas para el departamento de Nariño (ver tabla 3 y Anexo F).

En el centro de documentación de la Reserva Natural La Planada se encontró una tesis de la Universidad de los Andes sobre diversidad de hormigas para la misma reserva (ver tabla 3 y Anexo F).

En cuanto a la recopilación realizada en Internet se encontró un artículo de reportes para hormigas en el departamento de Nariño (ver tabla 3 y Anexo F) y una publicación de

registros de formícidos para el choco biogeográfico Nariñense, encontrada en un informe para la Bird Life (ver tabla 3 y Anexo F).

Las bases de datos con line no fueron tenidas en cuenta, debido a que la mayoría no tienen ningún registro de hormigas para Colombia, y aquellas que tienen registros de hormigas para Colombia y para los departamentos de Cauca y Nariño, no especifican la localidad, o las localidades registradas en los especímenes no concuerdan con las coordenadas que se expresan en los mismos.

El número de registros en literatura e Internet fue de 904 y aparece de manera discriminada en la siguiente tabla:

Tabla 3. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño, encontrados en la literatura.

REVISTA y/o DOCUMENTOS	Registros Cauca	Registros Nariño	Registros Total
Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle	14	205	219
Caldasía	12	18	30
Contribtions in Science	3	1	4
Environmental Entomology	1	0	1
Pan-Pacific Entomologist*	33	0	33
Papéis Avulsos de Zoología. Museu de zoología da Universidades de Sao Paulo	0	1	1
Revista Colombiana de Entomología	112	5	117
Revista de Biología Tropical	1	22	23
Sociobiology	0	1	1
Surveys and conservation of biodiversity in the Chocó, south-west Colombia	0	91	91
Systematic Entomology	0	13	13
Catalina Estrada. Trabajo de grado de Biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes	0	68	68
Karol Rodríguez y Yadi Romero. Trabajo de grado de Biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño	0	30	30
Cruz, K. y Ocaña, D. (1999). Trabajo de grado Biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño	0	2	2

Cabrera, S., 2007. Trabajo de Grado biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño	0	249	249
Paloma Vejarano Álvarez. Trabajo de grado de Biólogo. Departamento de Biología. Universidad del Valle	4	0	4
Rafael Andrés Achury Morales. Trabajo de grado de Biólogo. Departamento de biología. Universidad del Valle	18	0	18
TOTAL	198	706	904

* Literatura revisada por sugerencia de la profesora Inge Armbrecht.

6.2 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN:

Este proceso se desarrollo a través de los siguientes pasos: sistematización, validación taxonómica, georeferenciación, validación geográfica y filtración.

6.2.1 Sistematización.- se creó una base de datos que cuenta con 3442 registros¹¹⁴ de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño. A continuación se presentan dichos registros discriminados por la colección en la que fueron encontrados:

Tabla 4. Número de registros de hormigas encontrados para los departamentos de Cauca y Nariño, discriminados por colección biológica.

NOMBRE DE LA COLECCIÓN - ACRÓNIMO	Registros Cauca	Registros Nariño	Registros Total
Colección Entomológica de la Universidad de Nariño - PSO-CZ.	72	836	908
Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca - MHN-UC	389	0	389
Colección de Insectos del instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN-E	23	20	43
Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt - IAvH-E	713	556	1269
Museo de Entomología de la Universidad del Valle - MEUV	260	114	374
Museo Entomológico Facultad de Agronomía - UNAB	12	21	33

¹¹⁴ Cuando se hable de registros se hace referencia a cada especimen considerado y no a una especie, género o subfamilia en particular.

	Museos nacionales e internacionales	9	42	51
OTRAS	Sin Reportar	180	195	375
TOTAL		1658	2035	3442

La categoría de **OTRAS** se dividen en dos subcategorías:

Museos nacionales e internacionales:

Colección de Insectos de Edgar Palacios, Bogotá (**Colombia**), Colección de insectos Fernando Fernández, Bogotá (**Colombia**), Colección Taxonómica Nacional “Luis María Murillo”, Tibaita (**Colombia**), Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris (**Francia**), Muséum d’Histoire Naturelle, Geneva, Switzerland (**Suiza**), Naturhistorisches Museum, Vienna, (**Austria**), Robert Hamton Insect Collection, Long Beach, California (**USA**), Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Boston (**USA**), National Museum of Natural History, Washington, D.C. (**USA**), Museo Americano de Historia Natural, New York (**USA**), Colección de P.S. Ward, University of California. Davis (**USA**), William P. Mackay Collection, El Paso, Texas (**USA**), Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge (**USA**), Cornell University Insects Collection, Ithaca, New York (**USA**), Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California (**USA**), Museo de Zoología de la Universidad de Sao Paulo (**Brasil**), The Natural History Museum. Londres (**Reino Unido**), Colección de Insectos, Instituto de Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Maracay (**Venezuela**), Instituto de Entomología, Universidad Nacional de Tucumán (**Argentina**) (ver Anexo G).

Sin Reportar: Corresponde a 375 registros que no muestran en que colecciones fueron depositados.

6.2.2 Validación taxonómica.- se encontraron 38 registros, que requirieron correcciones por sinonimias o por cambio de estado de la taxonomía de los géneros y las especies y 11 registros con errores de digitación, presentes en las bases de datos o en las etiquetas de las colecciones biológicas.

No se eliminó ningún registro de la base de datos, debido a que las soluciones fueron validas para todos los ejemplares.

6.2.3 Georeferenciación y Validación geográfica.- De los 3442 registros, 2277 no contaban con coordenadas geográficas, pero presentaban información sobre el nombre de la localidad, vereda o municipio, y en algunos casos altitud; por tanto fue necesario la asignación de coordenadas para los 2277 registros, que corresponden al 66.15% del total reportado.

6.2.4 Validación Geográfica.- De los 1165 registros que contenían las coordenadas geográficas sucede que:

1052 contaban con coordenadas geográficas validas y correspondientes de manera acertada a la localidad; mientras que 113 registros presentaron inconsistencias y por lo tanto fue necesario reasignarle coordenadas por falta de concordancia, entre la coordenada geográfica y la localidad especificada en la etiqueta.

Concluida la validación taxonómica, la georeferenciación y la validación geográfica, se obtuvo la base de datos consolidada.

6.2.5 Filtración de la información.- Del total de los registros encontrados (3442), tanto en literatura como en las colecciones biológicas y en las bases de datos, fue necesario eliminar 747 registros por inconsistencias en los datos presentados.

La eliminación de los registros, se realizó de la siguiente manera:

322 registros fueron eliminados por encontrarse repetido un mismo registro en una colección biológica y también en bibliografía.

También se eliminaron 425 registros (18 de literatura y 407 de colecciones biológicas), por ausencia de información geográfica, ya que la información suministrada en las etiquetas o en los registros bibliográficos no permitía espacializar el registro.

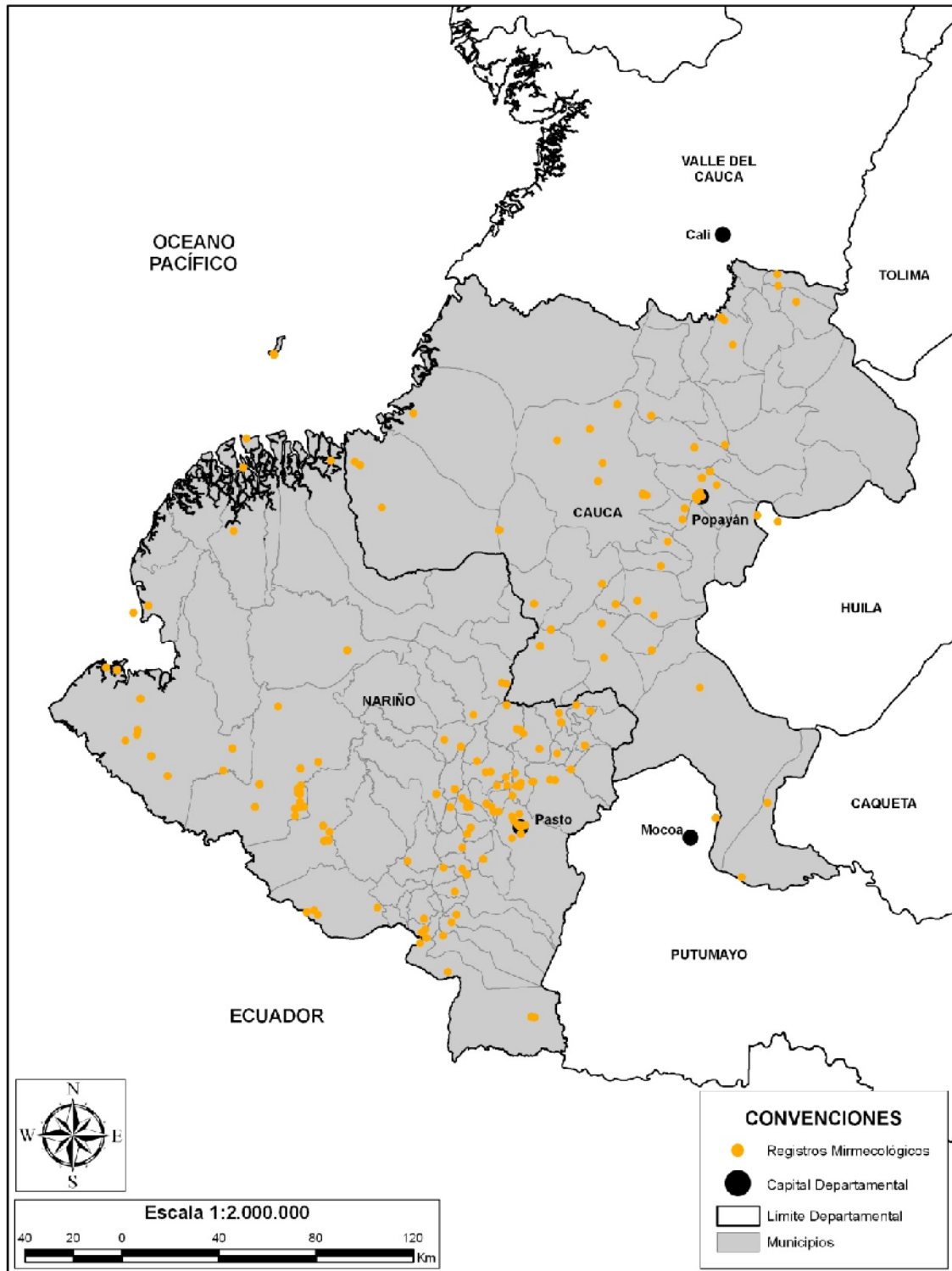
El total de registros validos para la determinación de riqueza para los departamentos de Cauca y Nariño fue de 3442 datos, mientras que para la aplicación de los indicadores del conocimiento y los índices de fragmentación fue necesario trabajar con la lista depurada geográficamente por lo que se conto con un total de 2946 registros (ver tabla 5) discriminados en 169 localidades (ver mapa 6).

Tabla 5. Número de registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño depurados y discriminados por colección biológica.

NOMBRE DE LA COLECCIÓN - ACRÓNIMO	Registros Cauca	Registros Nariño	Registros Total
Colección Zoológica P.S.O-Z. Colección entomológica de la Universidad de Nariño PSO-CZ.	48	846	894
Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca - MHN-UC	383	0	383
Colección de Insectos del instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN-E	22	19	41

Colección Entomología del Instituto Alexander von Humboldt - IAvH-E		324	555	879
Museo de Entomología de la Universidad del Valle - MEUV		259	111	370
Museo Entomológico Facultad de Agronomía - UNAB		12	21	33
OTRAS	Museos nacionales e internacionales	9	30	39
	Sin Reportar	156	151	307
TOTAL		1213	1733	2946

Mapa 6. Distribución de los registros de formícidos para Cauca y Nariño, en sus respectivas localidades.



6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Una vez recopilada, sistematizada y filtrada la información se realizaron dos fases:

6.3.1 Cálculo y evaluación de la información recopilada.

6.3.4 Priorización de áreas de investigación.

6.3.1 Cálculo y evaluación de la información recopilada.- En esta fase se determinó la riqueza de géneros de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño y se evaluó el estado actual del conocimiento de formícidos para estos dos departamentos mediante los indicadores del estado del conocimiento.

6.3.1.1 Riqueza de géneros de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño.- La riqueza de géneros encontrada en los dos departamentos, corresponde a 78 géneros (ver tabla 6), agrupados en 12 subfamilias (ver Anexo H).

Tabla 6. Riqueza de géneros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño con su respectivo número de registros, discriminado por departamento.

DEPARTAMENTO	# DE GÉNEROS	# DE REGISTROS	Especies identificadas (Aprox.)
Cauca	59	1658	97
Nariño	70	1784	176
Total Cauca-Nariño	78	3442	233

6.3.1.3 Evaluación del estado actual del conocimiento. Se tuvieron en cuenta 2946 registros distribuidos en 169 localidades, que presentaron coordenadas geográficas validas. Los indicadores que se usaron para la evaluación de la información fueron: Indicadores de representatividad, de complementariedad y de completitud.

- Indicadores de representatividad.

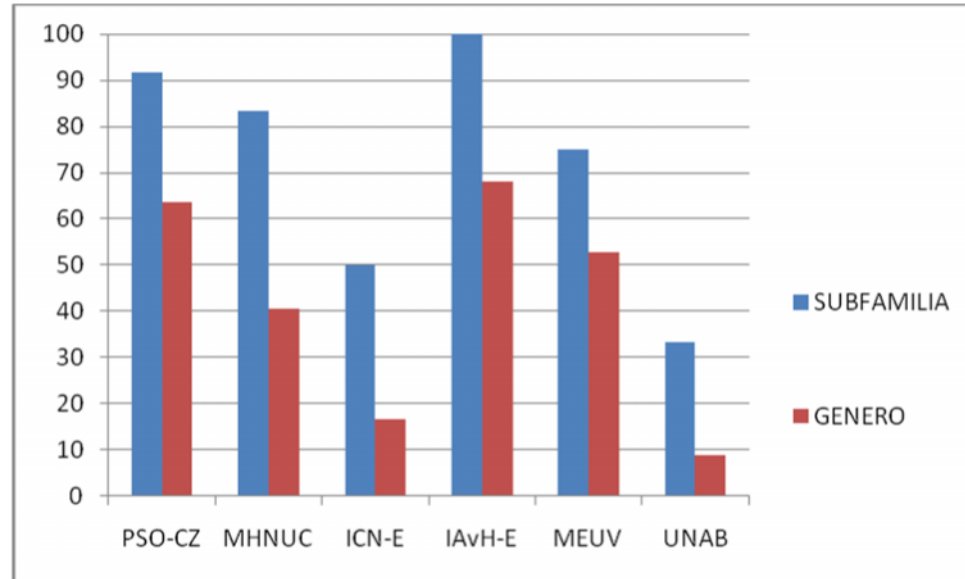
- Indicadores de representatividad taxonómica de colecciones por grupos biológicos.

Mayor representatividad.- La representatividad taxonómica de subfamilias de formícidos presentes en las diferentes colecciones del país supera el 50% de representatividad teniendo como parámetro lo que se ha estimado a nivel nacional, exceptuando las colecciones del ICN-E y UNAB.

La Colección del IAvH es una de las colecciones con mayor representatividad tanto taxonómica (ver grafica 1) como geográfica (ver grafica 3).

Colecciones como la PSO-CZ y el MHNUC presentan representatividad taxonómica para subfamilias superior al 80% y para género con valores por encima del 40% (ver grafica 1).

Grafica 1. Porcentaje de géneros y subfamilias de hormigas por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Colombia.



La colección del ICN-E presenta el porcentaje de representatividad de géneros mas bajo para la zona de estudio (16%), pero cabe resaltar que esta colección cuenta con grandes cantidades de material en líquido, ya que el montaje en seco no solo toma mucho tiempo, sino que ocupa gran cantidad de espacio, con el que algunas colecciones no cuentan.

- Particularmente en cada departamento se identificaron los siguientes aspectos:

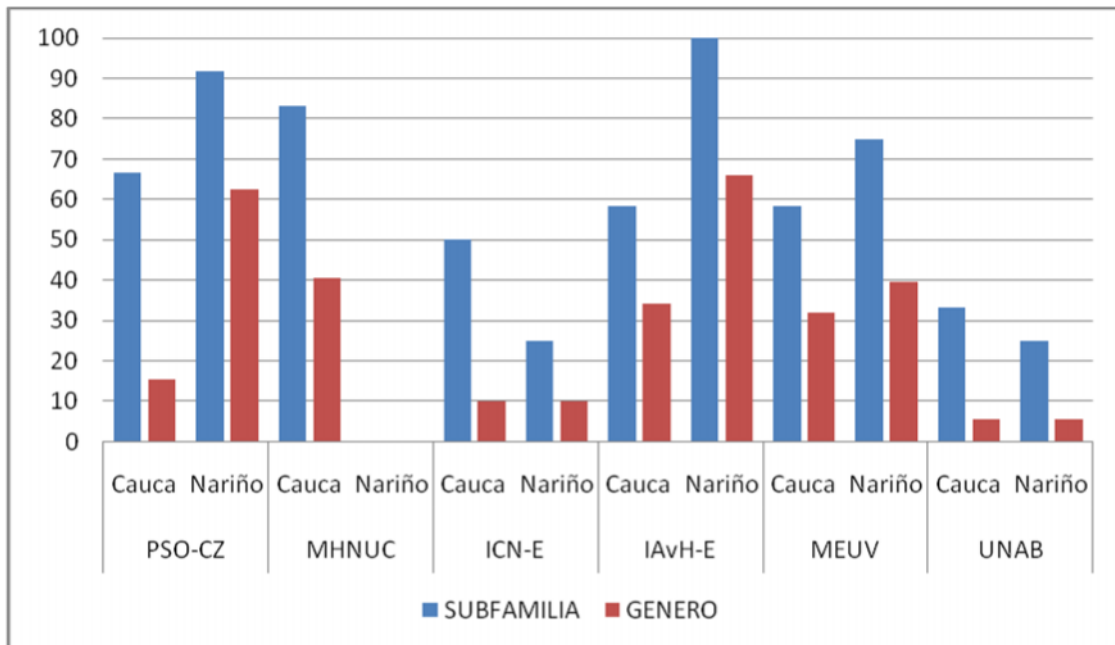
En el departamento del Cauca la mayor representatividad taxonómica a nivel genérico lo tiene la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC); le sigue en orden descendente la colección Entomológica de Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-E); valor similar al del IAvH, lo tiene la colección del Museo de Entomología de la Universidad del Valle (MEUV); continua el la colección de entomológica de la Universidad de Nariño (PSO-CZ); Finalmente la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-E) y la colección de la Facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Colombia (UNAB) (ver tabla 7).

Para el departamento de Nariño, la colección IAvH-E tiene la que mayor representatividad taxonómica, seguido por la colección de la Universidad de Nariño (PSO-CZ; le sigue en orden descendente, la colección del MEUV. Continúa la colección del ICN, seguido pos la UNAB y por ultimo observamos que la que menor representatividad tiene es el MHNUC, que no presentó ningún registro perteneciente al departamento de Nariño, aun al ser dos departamentos limítrofes, caso que no ocurre en la colección del PSO-CZ (ver tabla 7 y grafica 2).

Tabla 7. Porcentaje de géneros y subfamilias de hormigas por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Cada departamentos.

	Nº DE GÉNEROS	PORCENTAJE					
		PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IaVH-E	MEUV	UNAB
CAUCA	58	24,14	63,79	15,52	53,45	50,00	8,62
NARIÑO	71	80,28	-	12,68	84,51	50,70	7,04

Grafica 2. Porcentaje de géneros y subfamilias por colección biológica para los departamentos de Cauca y Nariño en comparación con el estimado para Colombia, discriminado por departamento.



Finalmente al comparar encontramos que:

La Colección de Entomología de la Universidad del Valle (MEUV), presenta una representación taxonómica para ambos departamentos, con porcentajes bastante parecidos; para Cauca tiene un 50% y para Nariño hay un 50.70% de los géneros reportados para cada departamento.

En cuanto a la colección entomológica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-E) y el Museo Entomológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia (UNAB), presentan valores bajos. El ICN-E presenta un 15.52% de reportes para Cauca y 12.68% para Nariño; y el UNAB presenta un 8.62% para le departamento del Cauca y un 7.04 % para el departamento de Nariño (ver tabla 7).

La colección de la UNAB a pesar de tener tan solo 33 registros para los departamentos de Cauca y Nariño tienen una representatividad taxonómica del 33% para subfamilias y de un 8.8% para géneros (ver grafica 1).

- Indicadores de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos.

- Representatividad geográfica de las colecciones. En el análisis de la información de formicidos de todas las colecciones de los departamentos de Cauca y Nariño, en cuanto a la representatividad geográfica se puede decir que:

La colección del IAvH-E, cuenta en promedio, con una representatividad geográfica del 55.94% lo que la convierte en la colección que mayor representatividad geográfica tiene (ver grafica 3).

Con un promedio de representatividad geográfica bastante cercano, se encuentra la colección PSO-CZ, ya que cuenta con pocos ejemplares, pero de diferentes partes de los departamentos (ver grafica 3).

Le siguen de forma descendente la colección de la UNAB cuyo valor de representatividad geográfica, al igual que en la representatividad taxonómica, es un valor elevado partiendo del número de especímenes que tiene en la colección que se registran para los departamentos de Cauca y de Nariño (ver grafica 3).

Siguen la colección del MEUV y del MHNUC; y por último observamos que la que menor representatividad geográfica tiene es la colección del ICN-E, que presenta el promedio mas bajo para las tres coberturas geográficas (ver grafica 3).

- Representatividad geográfica en las colecciones por coberturas geográfica.

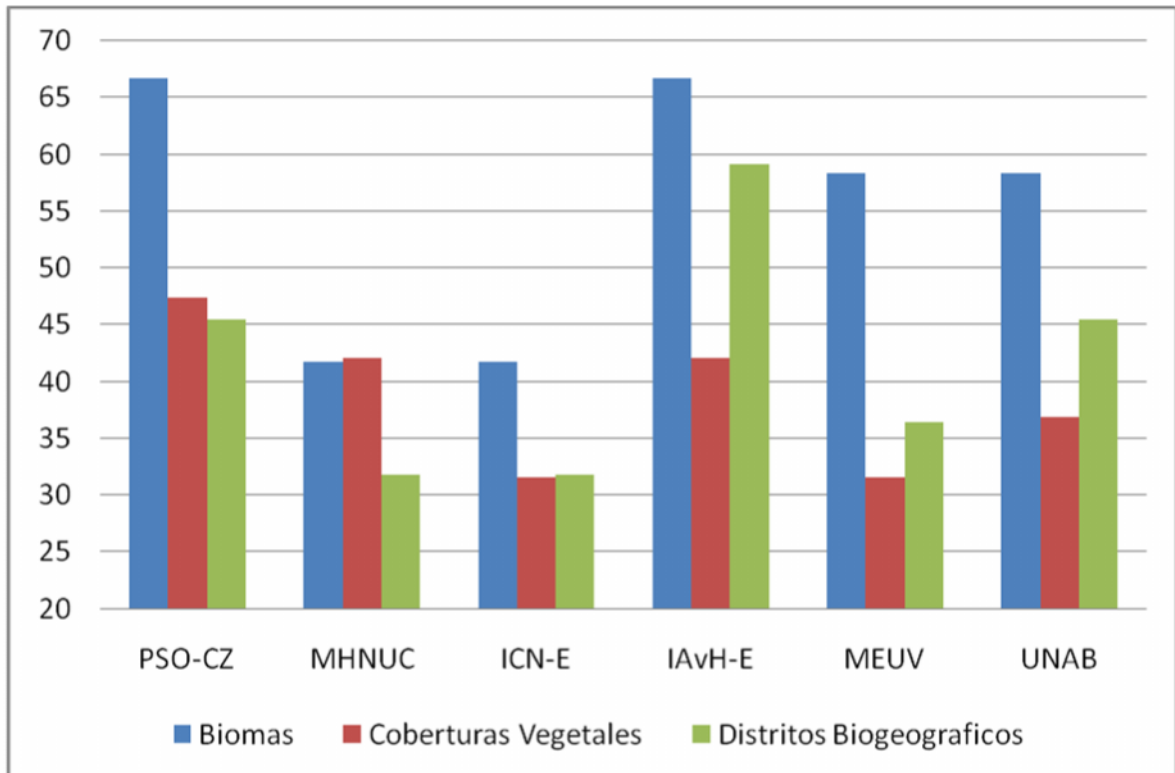
Las tres coberturas geográficas evaluadas presentan de manera general valores superiores al 30% de representatividad, pero existen tendencia que se explican a continuación:

Los biomas son las coberturas geográficas que mejor representatividad geográfica tiene, presentando en todas las colecciones biológicas una representatividad superior al 40% (ver grafica 3).

En el caso de las coberturas vegetales, se presentan la representatividad geográfica mas baja de las tres coberturas, aunque presenta valores levemente superiores a los distritos biogeográficos en las colecciones de PSO-CZ y MHNUC (ver grafica 3).

En cuanto a los distritos biogeográficos, presenta valores fluctuantes en todas las colecciones, pero en su mayoría, los porcentajes de representatividad geográfica son superiores a los de las coberturas vegetales (ver grafica 3).

Grafica 3. Porcentaje de representatividad geográfica de coberturas geográficas por colecciones biológicas¹¹⁵.



- Representatividad geográfica en Biomass. La representatividad geográfica en biomass presenta tres énfasis relacionados con representatividad de los biomass, representatividad de las colecciones y representatividad de biomass por departamentos.

- Representatividad de los biomass

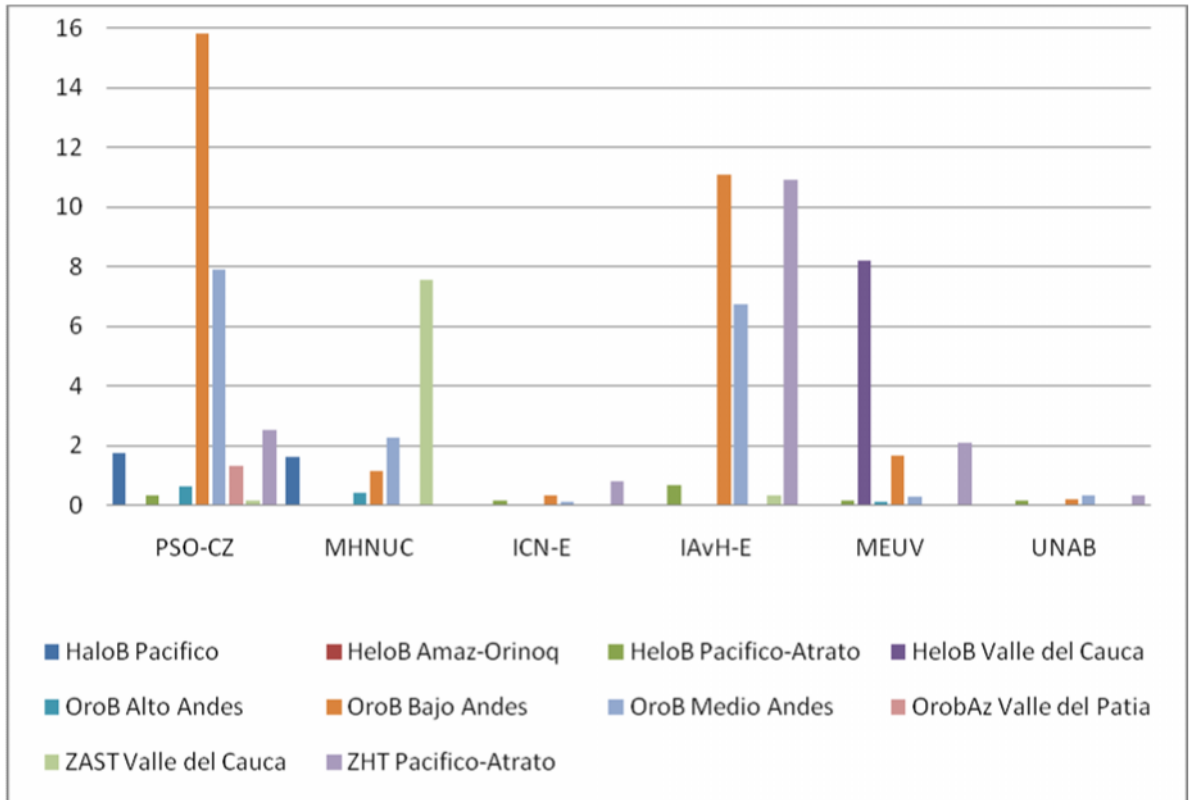
El bioma mejor representado de manera general en todas las colecciones evaluadas, corresponde al Orobioma Bajo Andes. Le sigue el Orobioma Medio Andes y el ZHT Pacifico-Atrato (ver grafica 4).

Los biomass con menor representatividad geografica en las colecciones corresponden al OroAz Valle del Patia que cuenta con 39 registros (1.32%); le sigue, de manera descendente, el OroB Alto

¹¹⁵ El departamento de Nariño, al ser uno de los departamentos con mayor número de áreas protegidas, ya sea en categoría de reservas naturales y de parques nacionales, no cuenta con registros para ninguna de estas áreas, mientras que el IAvH-E y el MEUV tienen los valores más elevados para estas coberturas. Esto también ocurre con el MHNUC, pues no reporta ningún registro para el PNN Isla Gorgona, mientras que colecciones como la IAvH-E, cuenta con 237 especímenes correspondientes a esta zona.

Andes con 35 registros (1.18%) y por ultimo, el HeloBioma Amaz-Orinoq que cuenta con un solo registro (0.033%) (ver grafica 4).

Grafica 4. Porcentaje de registros de hormigas de Cauca y Nariño, en biomas por Colecciones biológicas.



Biomias sin muestrear.

Dentro de todo el territorio, existen dos biomas aun sin muestrear; estos biomas son ZAST Alto Magdalena y ZHT Amazonas –Orinoquia.

Representatividad de los biomas en las colecciones.

La PSO-CZ y la colección IAvH-E son las que cuentan con mayor numero de biomas representados, pues de doce biomas presentes en la zona de estudio, nueve se encuentran representados en ambas colecciones, lo que equivales al 66.66% de representatividad geografica para biomas. De forma descendente, le sigue la colección MEUV y la de la UNAB, que cuentan con un representatividad geografica para biomas del 58.33% para las dos casos (ver grafica 3).

Las colecciones con menos cantidad de biomas muestreados son el MHNUC y el ICN-E que cuentan con 41.66% de representatividad de biomas (ver grafica 3).

Representatividad de biomas por departamento

Nariño cuenta con siete¹¹⁶ biomas representados de los nueve que tiene en su territorio, lo que equivale a un 77% de representatividad de sus biomas en colecciones biológicas; el departamento del Cauca a pesar de tener menor cantidad de registros y por ende menos representantes para cada bioma, cuenta con representatividad de nueve de los doce biomas que se encuentran en su territorio¹¹⁷, lo que corresponde a un 75% de representatividad de sus biomas en las colecciones biológicas evaluadas.

- Representatividad geográfica de coberturas vegetales.

En el caso de la representatividad geográfica por coberturas vegetales, se analiza la representatividad de las coberturas vegetales, de las coberturas vegetales en las colecciones y de coberturas vegetales por departamentos

- Representatividad de las coberturas vegetales

La cobertura vegetal mayormente muestreada en las colecciones biológicas evaluadas, es el “Bosque Natural”, cuyos registros corresponden a más de la mitad (59.16%) de los reportes encontrados para los departamentos de Cauca y Nariño. La mayoría de registros se encuentran depositados en las colecciones del IAvH-E y PSO-CZ (ver gráfica 5).

El nivel de reporte que la colección del MEUV tiene para la cobertura “Cultivos anuales o transitorios”, la convierte en la colección evaluada con mayor registro de individuos para este tipo de cobertura (ver gráfica 5).

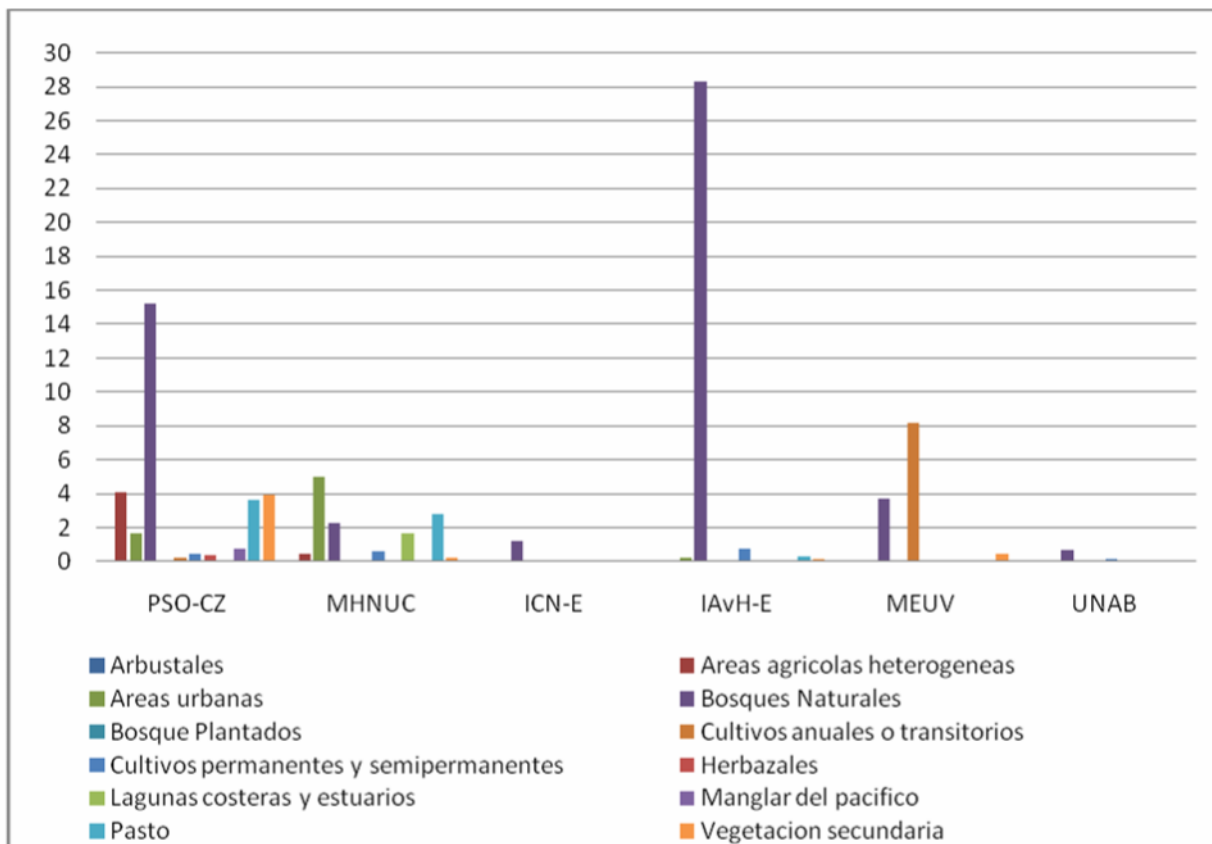
La cobertura vegetal menos representada es la que corresponde a “Arbustales”, pues solo hay un ejemplar en la colección del MEUV, lo que equivale al 0.033% del total de registros. De forma ascendente, le siguen la cobertura vegetal de “Bosque plantado” y “Herbazales”, (0.2% y 0.37% respectivamente), aunque la cobertura de “Bosques plantados” cuenta con representatividad en 2 colecciones, mientras que los “Herbazales” tienen especímenes depositados en una sola colección (ver gráfica 5).

De igual manera que en herbazales ocurre con “Lagunas costeras y estuarios”, que a pesar de tener una representatividad geográfica porcentual más elevada que para “Bosques plantados” (1.62%), tiene sus 48 especímenes depositados en una sola colección (ver gráfica 5).

¹¹⁶ Biomas en el departamento de Nariño: Muestreados: Halobioma Pacífico, Helobioma Pacífico-Atrato, Orobioma Alto Andes, Orobioma Bajo Andes, Orobioma Medio Andes, Orobioma Az Valle del Patía, y Zonobioma Húmedo Tropical Pacífico-Atrato; no muestreados: Helobioma Amazonia-Orinoquia y Zonobioma Húmedo Tropical Amazonia-Orinoquia.

¹¹⁷ Biomas del departamento del Cauca: Muestreados: HaloB Pacífico, HeloB Amaz-Orinoq, HeloB Pacífico-Atrato, HeloB Valle del Cauca, OroB Alto Andes, OroB Bajo Andes, OroB Medio Andes, OroB Valle del Patía, ZAST Valle del Cauca, y ZHT Pacífico-Atrato; No muestreados: ZAST Alto Magdalena y ZHT Amaz-Orinoq.

Grafica 5. Porcentaje de registros en coberturas vegetales por colecciones biológicas.



- Coberturas vegetales sin muestrear

Dentro de las 19 coberturas vegetales que se encuentran reconocidas para la zona de estudio, existen 7 coberturas que nunca han sido muestreadas, estas coberturas son: aguas continentales artificiales, aguas continentales naturales, áreas mayormente alteradas, glaciares y nieves, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofítia continental y zonas desnudas.

Representatividad de las coberturas vegetales de las colecciones

La colección con el mayor número de coberturas vegetales reportadas es la colección del PSO-CZ (ver grafica 3), seguido muy de cerca por el MHNUC que cuentan con el mismo número de coberturas vegetales que la colección del IAvH-E (ver grafica 3); la diferencia existente entre la colección del IAvH-E y el MHNUC, radica en que este ultima cuenta con una distribución equitativa de dichas coberturas, mientras que el IAvH-E a pesar de reportar 8 de las 12 coberturas mencionadas, el 94.76% del total de sus registros, pertenecen a la cobertura vegetal correspondiente a Bosques Naturales (ver grafica 5), y el restante 5,24% se divide en las otras siete coberturas que reporta.

Cotinnua de manera descendente la colecccon de la UNAB, y finalmente las colecciones del ICN-E y del MEUV, son las dos colecciones menos representativas de todas las estudiadas (ver grafica 3).

Representatividad de coberturas vegetales por depto

Cauca tiene representados 11 coberturas geograficas de las 18¹¹⁸ que se hallan en el departamento, lo que equivale a un 61,11%. Del mismo modo, Nariño cuenta con 17¹¹⁹ coberturas de las cuales eisten registros de hormigas para 9 de ellas, lo que muestra un 52.94% de representatividad de coberturas.

- Representatividad geográfica de Distritos Biogeográficos.

Este análisis de representatividad geográfica de distritos biogeográficos, se realiza en tres niveles: representatividad de los distritos biogeográficos, representatividad de los distritos biogeográficos en las colecciones y representatividad de distritos biogeográficos por departamento.

Representatividad de los distritos biogeográficos

El distrito que presenta mayor representatividad geografica es el distrito Awa; le sigue de forma descendente y por un porcentaje inferior a la mitad del distrito Awa, el distrito Gorgona. Le siguen con porcentajes bastante cercanos los distritos de Bosques andinos Nariño Oriental y Planicie alto Cauca (ver grafica 6).

A diferencia de esto, el distrito menos representado corresponde al distrito Paramos Nariño – Putumayo que cuenta con tan solo un registro, para un 0.03% del total de formicidos registrados para los departamentos de Cauca y Nariño. Lo sigue los distritos de Micay (0.20%), Florencia (0.30%) y Selva Subandina Vertiente Pacifico Cauca (0.57%), ninguno de ellos llega al 1% (ver grafica 6).

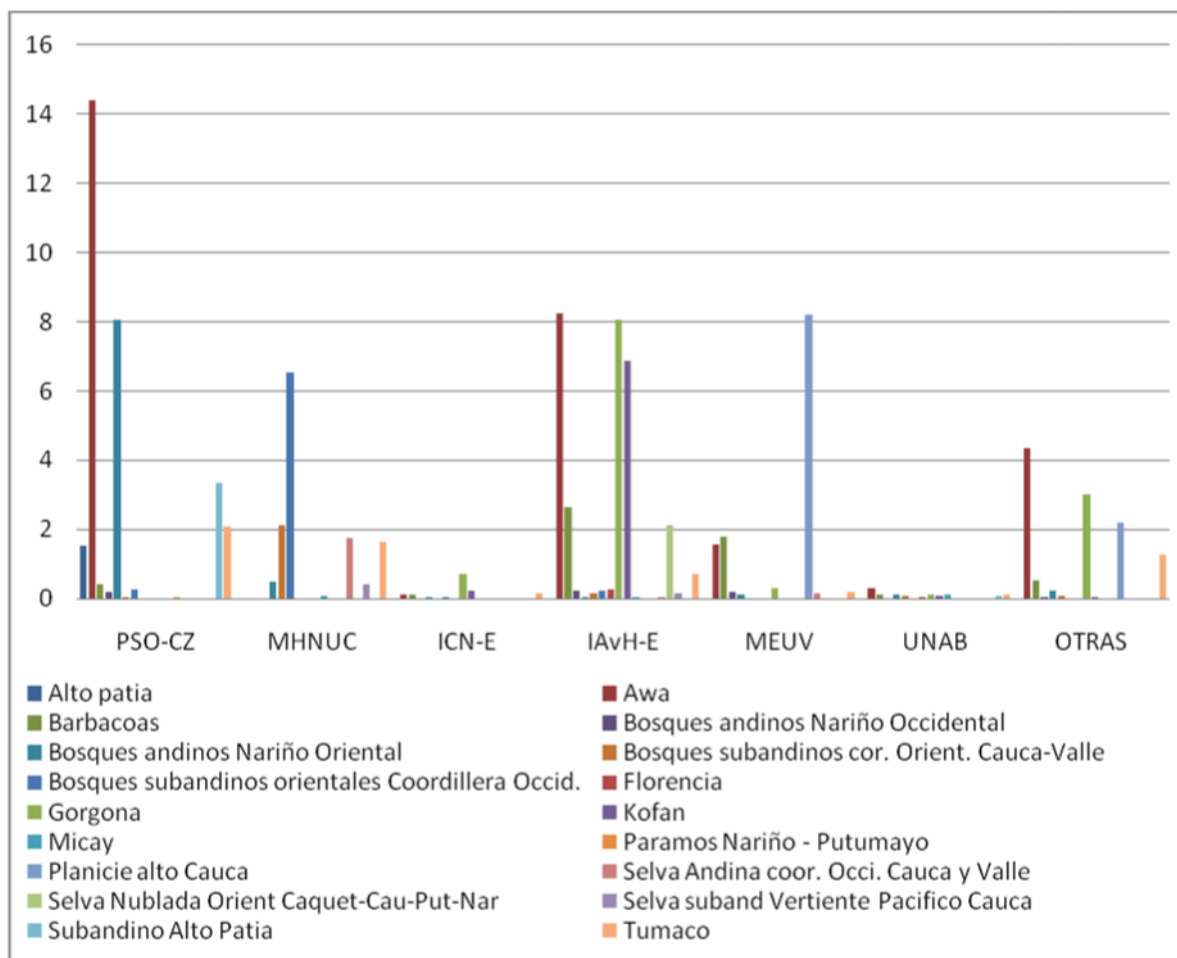
Distritos nunca muestreados

Los distritos que no han sido muestreados son: distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila, distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima y distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central.

¹¹⁸ Coberturas vegetales en el departamento del Cauca: Coberturas muestreadas: Arbustales, Áreas agrícolas heterogéneas, Áreas urbanas, Bosques Naturales, Bosque Plantados, Cultivos anuales o transitorios, Cultivos permanentes y semipermanentes, Herbazales, Lagunas costeras y estuarios, Pasto y Vegetación secundaria; Coberturas No muestreadas: Aguas cont. Artificiales, Aguas cont. Naturales, Glaciares y nieves, Herbáceas y arbustivas costeras, Manglar del pacifico, Zonas desnudas y Áreas mayormente alteradas,

¹¹⁹ Coberturas vegetales en el departamento de Nariño: Coberturas muestreadas: Bosques naturales, Cultivos anuales o transitorios, Cultivos semipermanentes y permanentes, Herbazales, Manglar del Pacifico, Pastos, Vegetación secundaria, Áreas agrícolas heterogéneas y Áreas urbanas; Coberturas No Muestreadas: Aguas cont. Artificiales, Aguas cont. Naturales, Arbustales, Bosques plantados, Glaciares y nieves, Herbáceas y arbustivas costeras, Lagunas costeras y estuarios, Zonas desnudas, Áreas mayormente alteradas,

Grafica 6. Porcentaje de registros en distritos biogeográficos por colecciones biológicas.



Representatividad de los distritos biogeográficos en las colecciones:

La colección del IAvH-E es la que tiene la mayor representatividad geográfica de las colecciones con un 63.63% de los distritos biogeográficos presentes en el área de muestreo; de los 21 distritos en los que se dividen los departamentos de Cauca y Nariño, la colección del IAvH-E cuenta con especímenes representativos de 14 distritos biogeográficos, que son: Awa, Barbacoas, Bosques andinos Nariño Occidental, Bosques andinos Nariño Oriental, Bosques subandinos cordillera Central Cauca-Valle, Bosques subandinos orientales Cordillera Occidental, Florencia, Gorgona, Kofán, Micay, Selva Andina cordillera Occidental Cauca y Valle, Selva Nublada Oriental Caquetá -Cauca-Putumayo -Nariño, Selva subandina Vertiente Pacifico Cauca y Tumaco.

Le sigue la PSO-CZ y la UNAB con un 45.45% de cubrimiento de los distritos biogeográficos, las dos presentan 10 distritos de los 21 presentes en la zona de estudio.

Estos 10 distritos son: Alto Patía, Awa, Barbacoas, Bosques andinos Nariño Occidental, Bosques andinos Nariño Oriental, Bosques subandinos cordillera Central Cauca-Valle, Bosques subandinos orientales Cordillera Occidental, Paramos Nariño – Putumayo, Subandino Alto Patía y Tumaco.

Aunque ambas colecciones tienen el mismo valor de representatividad geográfica para distritos, la colección del PSO-CZ cuenta con 894 registros y la colección de la UNAB cuenta con 33 registros mirmecológicos, esto equivale al 3,69% de registros en comparación con lo que presenta la colección del PSO-CZ, lo que evidencia una vez más la importancia del intercambio de material mirmecológico.

En cuanto a distritos biogeográficos se refiere, las colecciones del MHNUC y la del ICN-E son las colecciones que cuentan con el menor número de distritos muestreados, lo que equivale a un 31,81% de representatividad geográfica para ambas colecciones.

Estos distritos son: Para la colección del MHNUC es Bosques andinos Nariño Oriental, Bosques subandinos Cordillera Central Cauca-Valle, Bosques subandinos orientales Cordillera Occidental, Micay, Selva Andina cordillera Occidental. Cauca y Valle, Selva subandina Vertiente Pacífico Cauca y Tumaco; para el ICN-E están los distritos de Awa, Barbacoas, Bosques andinos Nariño Oriental, Bosques subandinos orientales Cordillera Occidental, Gorgona, Kofán y Tumaco.

De forma ascendente le sigue la colección del MEUV, con 8 distritos muestreados, lo que corresponde a un 36,26% del total de distritos encontrados.

Representatividad de distritos biogeográficos por departamento

En cuanto a distritos biogeográficos por departamento, los resultados son los siguientes: El Cauca cuenta con 16¹²⁰ distritos descritos para su territorio, de los cuales 13 se encuentran representados en las colectas de formícidos realizadas, para un 81,25% de representatividad de biomas; para el departamento de Nariño se obtuvo que, de 15¹²¹ distritos geográficos presentes en su territorio, se hallan 10 distritos representados, para un 66,66%.

¹²⁰ Distritos del departamento del Cauca: Distritos muestreados: Alto Patía, Bosques andinos Nariño Oriental, Bosques subandinos cordillera Central Cauca-Valle, Bosques subandinos orientales Cordillera Occidental, Florencia, Gorgona, Micay, Planicie alto Cauca, Selva Andina cordillera Occidental Cauca y Valle, Selva Nublada Oriental Caquetá-Cauca-Putumayo -Nar, Selva suband Vertiente Pacífico Cauca, Subandino Alto Patía y Tumaco; Distritos No muestreados: Distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle, Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima y Distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central.

¹²¹ Distritos del departamento de Nariño: Distritos muestreados: Distrito Selva Nublada Orien Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño, Distrito Alto Patía, Distrito Barbacoas, Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental, Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, Distrito Kofán, Distrito Paramos Nariño-Putumayo, Distrito Subandino Alto Patía y Distrito Tumaco; Distritos No muestreados: Distrito Micay, Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima, Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle y Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca.

- Indicadores de complementariedad. Los indicadores de complementariedad aplicados en este caso, se refieren a tres tipos de complementariedad: Complementariedad taxonómica (entre pares de conjuntos de datos); Complementariedad geográfica (entre pares de conjuntos de datos), que se expresa en complementariedad para biomas, coberturas vegetales y distritos; Complementariedad Total, que se divide en Complementariedad total para taxones y para coberturas geográficas (biomas, coberturas vegetales y distritos).

- Indicadores de complementariedad taxonómica (entre pares de conjuntos de datos). En el análisis realizado de complementariedad taxonómica entre colecciones se observa los siguientes aspectos:

La colección de la UNAB presenta una complementariedad alta, superior al 75%, con el resto de las colecciones evaluadas; le sigue la colección del ICN-E, que presenta valores de complementariedad superiores al 70%, a excepción de la complementariedad con la colección de la PSO-CZ (ver Tabla 10).

Las complementariedades mas bajas se presentan entre las colecciones de el PSO-CZ y el IAvH-E, así: en el PSO-CZ con 58 géneros y el IAvH-E con 62, tan solo comparten 48 géneros, es decir, que la colección del PSO-CZ complementa al IAvH-E en 10 géneros, mientras que la colección del IAvH-E complementa a la colección del PSO-CZ en 14 géneros, lo que equivale al 33.33% de complementariedad (ver tabla 8). Le siguen en orden ascendente, la complementariedad que se presenta entre el IAvH-E y el MEUV, pues de los 48 géneros registrados en el MEUV y los 62 en la colección del IAvH-E, 43 de ellos se comparten; en otras palabras, la colección del MEUV complementa al IAvH-E con 5 géneros, mientras que el IAvH-E complementa al MEUV con 19 géneros, lo que representa una complementariedad del 35% (ver tabla 8).

Finalmente, la complementariedad entre la PSO-CZ y el MEUV es del 39%, debido a que de los 58 géneros presentes en el PSO-CZ y los 48 del MEUV, se comparten 40 géneros; así la colección del PSO-CZ complementando al MEUV en 18 géneros, mientras que el MEUV complementa a la PSO-CZ en 8 géneros (ver Anexo I).

Tabla 8. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de géneros entre colecciones biológicas.

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,49	0,55	0,33	0,39	0,86
MHNUC		X	0,76	0,54	0,45	0,84
ICN-E			X	0,77	0,71	0,79
IAvH-E				X	0,35	0,87
MEUV					X	0,83
UNAB						X

■ Alto
 ■ Medio
 ■ Bajo

- Indicadores de complementariedad geográfica (entre pares de conjuntos de datos). Esta complementariedad se evaluó entre conjuntos de pares de datos, aplicado a cada una de las coberturas geográficas.

- La **complementariedad geográfica por biomas**, no es alta, pues en la mayoría de casos los biomas muestreados son los mismos. Tan solo dos registros superan el 60% de complementariedad, lo que implica que la disimilitud entre colecciones no es muy representativa (ver Tabla 9).

Biomas como el HeloB Amazonía-Orinoquia, OroB Alto Andes, OrobAz Valle del Patía, HeloB Pacifico-Atrato, son biomas poco muestreados en las diferentes colecciones, por lo tanto cualquier nuevo registro perteneciente a alguno de estos biomas aumentaría el nivel de la complementariedad.

Tabla 9. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de biomas entre colecciones biológicas.

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0.37	0.37	0.4	0.33	0.5
MHNUC		X	0.57	0.37	0.5	0.66
ICN-E			X		0.5	0.28
IAvH-E				X	0.62	0.33
MEUV					X	0.44
UNAB						X

■ Alto
 ■ Medio
 ■ Bajo

- La **complementariedad geográfica para colecciones por coberturas vegetales** tiene solo una alta complementariedad entre el MHNUC y el MEUV (ver Tabla 10), dado que en cuanto a coberturas vegetales corresponde, el MEUV se ha enfocado hacia los bosques Naturales y en cultivos Transitorios o Anuales, desarrollando sus muestreo en zonas de limites del Cauca con el departamento del Valle del Cauca, y de manera casual en bosques naturales. Por ora parte, el MHNUC con un número de registros muy similar al presentado por el MEUV, ha muestreado de manera mas uniforme las diferentes coberturas que ofrecen estos dos departamentos.

Tabla 10. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de coberturas vegetales entre colecciones biológicas.

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,45	0,33	0,3	0,5	0,22
MHNUC		X	0,25	0,22	0,72	0,33
ICN-E			X	0,25	0,66	0,14
IAvH-E				X	0,6	0,12
MEUV					X	0,55
UNAB						X

■ Alto
 ■ Medio
 ■ Bajo

En cuanto a la complementariedad geográfica para coberturas vegetales mas baja, identificamos la existente entre las colecciones del IAvH-E y la UNAB. Esta situación se explica debido a que de las ocho coberturas vegetales registradas en el IAvH-E, la UNAB reporta siete de ellas. Le siguen con un valor muy similar la complementariedad entre la UNAB y el ICN-E y la UNAB y la PSO-CZ.

En el caso de este índice aplicado, la complementariedad entre la mayoría de pares de colecciones, no se supera 40% de disimilitud.

- En la **complementariedad geográfica para colecciones por distritos biogeográficos**, los valores más altos se presentan entre la colección del IAvH-E y la del MEUV, con un 78% de complementariedad geográfica (ver Tabla 11), ya que de los trece distritos registrados en la colección del IAvH-E y los ocho presentes en la colección del MEUV, comparten siete, lo que implica que la colección del IAvH-E complementa a la colección de MEUV con 6 distritos nuevos, mientras que la colección del MEUV solo complementa a la colección del IAvH-E con un distrito (ver grafica 6).

Le sigue de forma descendente la complementariedad geográfica existente entre la colección del MHNUC y la colección del MEUV, que fue de un 75% (ver Tabla 11). Este porcentaje se debe a que el MHNUC cuenta con siete distritos biogeográficos representados por formicidos en la colección, mientras que la colección del MEUV presenta ocho distritos representados. Ellos comparten tres colecciones, en donde el MHNUC complementa al MEUV en cuatro distritos biogeográficos, mientras que la colección del MEUV complementa al MHNUC en cinco distritos biogeográficos mas (ver grafica 6).

Tabla 11. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington de distritos biogeográficos entre colecciones biológicas.

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0.69	0.58	0.56	0.61	0.57
MHNUC		X	0.72	0.46	0.75	0.69
ICN-E			X		0.5	0.45
IAvH-E				X	0.78	0.35
MEUV					X	0.61
UNAB						X

■ Alto
 ■ Medio
 ■ Bajo

Los valores mas bajos en complementariedad corresponden a la relación existente entre la colección de la UNAB y la colección del IAvH-E, con un 35% de complementariedad geográfica (ver Tabla 11), pues de los 13 distritos presentes en la colección del IAvH-E y los 10 encontrados en la colecciona de la UNAB, se comparten nueve, es decir que el IAvH-E complementa a la UNAB en cuatro distritos nuevos, y la UNAB complementa al IAvH-E en un distrito biogeográfico.

- Complementariedad Total. Esta complementariedad evaluó el total de datos independientemente de la colección a la que pertenecían.

- Para Taxones. En el análisis de la información se identifica una complementariedad media entre todas las colecciones (ver Tabla 12), ya que el valor del índice se acerca al 50%.

Tabla 12. Valores del índice de complementariedad de Colwell y Coddington para el total de géneros.

Taxón	Complementariedad total
Géneros	0.486

- Para Coberturas Geográficas. La complementariedad geográfica para el total colectado fluctúa entre lo medio y lo bajo, pasando por valores del 30 al 40% (ver Tabla 13).

Tabla 13. Valores del índice de complementariedad de *Colwell y Coddington* (1994) para el total de coberturas geográficas.

Cobertura Geográfica	Complementariedad total
Biomás	0.316
Cobertura vegetal	0.416
distritos	0.338

- Indicadores de completitud.

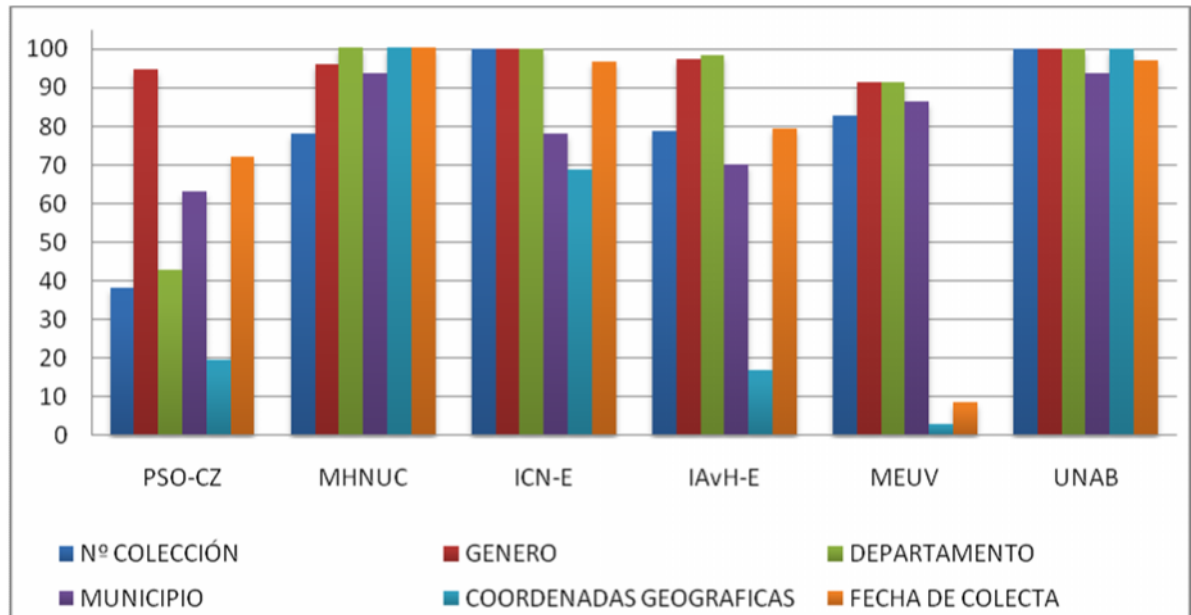
- Indicadores de completitud de un conjunto de datos. El análisis de este indicador se realizó desde dos enfoques: completitud en colecciones y completitud por variables de colecta.

- Completitud en colecciones.- La colección de la UNAB presenta uno de los promedios más altos para todas las variables evaluadas.

De manera descendente se encuentra la colección del ICN-E y del MHNUC cuyas variables de colecta superan el 85% de completitud en todos los casos; le siguen las colecciones del IAvH- E y la colección del MEUV, que cada una cuenta con una completitud promedio superior al 60% para sus variables. Estos valores son importante dado lo poco completa que es la información en cuanto a coordenadas geográficas de estas dos ultimas colecciones se refiere.

Los valores más bajos de este indicador, se encuentran en la colección de la PSO-CZ, relacionados específicamente con las coordenadas geográficas, número de colección y departamento, características que no superan el 45% (ver grafica 7). Es así como la colección PSO-CZ se identifica en relación con las otras, como la colección con menor número de datos registrados como indispensables en una colección, sobretodo en cuanto a departamento se refiere.

Grafica 7. Porcentaje de completitud de datos asociados a registros de formícidos por colección biológica.



El MEUV presenta valores muy bajos para coordenadas geográficas y fecha de colecta.

La colección que presenta de manera frecuente la mayoría de estos datos en todos sus registros, superando en 60% para todos los datos es el ICN-E, que a diferencia de las demás colecciones presenta un porcentaje elevado de identificación taxonómica a nivel de especie.

- Completitud por variables.- Uno de los valores más altos de este indicador y que esta presente en todas las colecciones es la identificación de los especímenes a nivel genérico que llego casi al 100%, presentándose dificultades en especímenes pertenecientes a las castas de reinas o de machos, ya que la taxonomía para estas, aun no ha sido estudiada lo suficiente.

En orden descendente, le sigue la variable referente a Departamento. Aunque la toma de esta variable pudiera parecer algo obvio y frecuente, la colección PSO-CZ tiene un valor del 42% para de presencia de esta categoría. La ausencia de esta variable es mas frecuente en los especímenes que pertenecen al departamento de Nariño, por lo que la razón por la que se presenta esta ausencia en la toma de este dato, podría deberse a que e asume que al ser colectado el especimen en el departamento en el que se encuentra la colección, este dato no es indispensable. Lo complicado esta situación radica en las sinonimias existentes entre localidades y municipios dentro del departamento y con otros departamentos.

De la misma forma, pero en menor proporción, se le asigna a el especímenes le nombre de la localidad sin especificar el municipio. Esto puede conlleva a la ubicación errónea de un ejemplar,

ya que las localidades presentan sinonimias mucho mas frecuente que las existentes entre municipios.

La baja cantidad de registros que contienen la variable número de colecciones en la colección de la PSO-CZ baja el porcentaje general de la completitud de esta categoría.

En cuanto a la fecha de colecta se refiere, es la colección del MEUV la que baja la proporción general de esta variable.

- Indicador de cantidad de información en colecciones (Taxones).-

El mayor número de registro encontrados, corresponde a la subfamilia Myrmicinae, que cuenta con 49.08% del total de registros incluidos en este estudio.

En las colecciones, esta subfamilia se encuentra distribuida de la siguiente forma: 415 registros en la colección del PSO-CZ; 174 registros en a colección del MHNUC; 10 registros en la colección del ICN-E; 439 registros en la colección del IAvH-E; 229 registros pertenecientes a la colección del MEUV y 28 registros en la colección de la UNAB.

Le siguen, en orden descendente, las subfamilias Formicinae y Ponerinae con un 14.96% y un 13.17% respectivamente. Para la subfamilia Formicinae, los registros se distribuyen así: 138 registros en la colección del PSO-CZ; 66 registros en la colección 3 registros en el ICN-E; 144 registros en la colección del IAvH-E; 53 registros en la colección del MEUV y ningún registro se encuentra en la colección de la UNAB. Del mismo modo, la subfamilia Ponerinae distribuye sus registros por las diferentes colecciones evaluadas, de la siguiente forma: 95 registros para la colección del PSO-CZ; 32 registros para la colección del MHNUC; 20 registros en la colección del ICN-E; 124 registros en la colección del IAvH-E; 42 registros pertenecientes a al colección MEUV y solo 2 incluidos en la colección del UNAB.

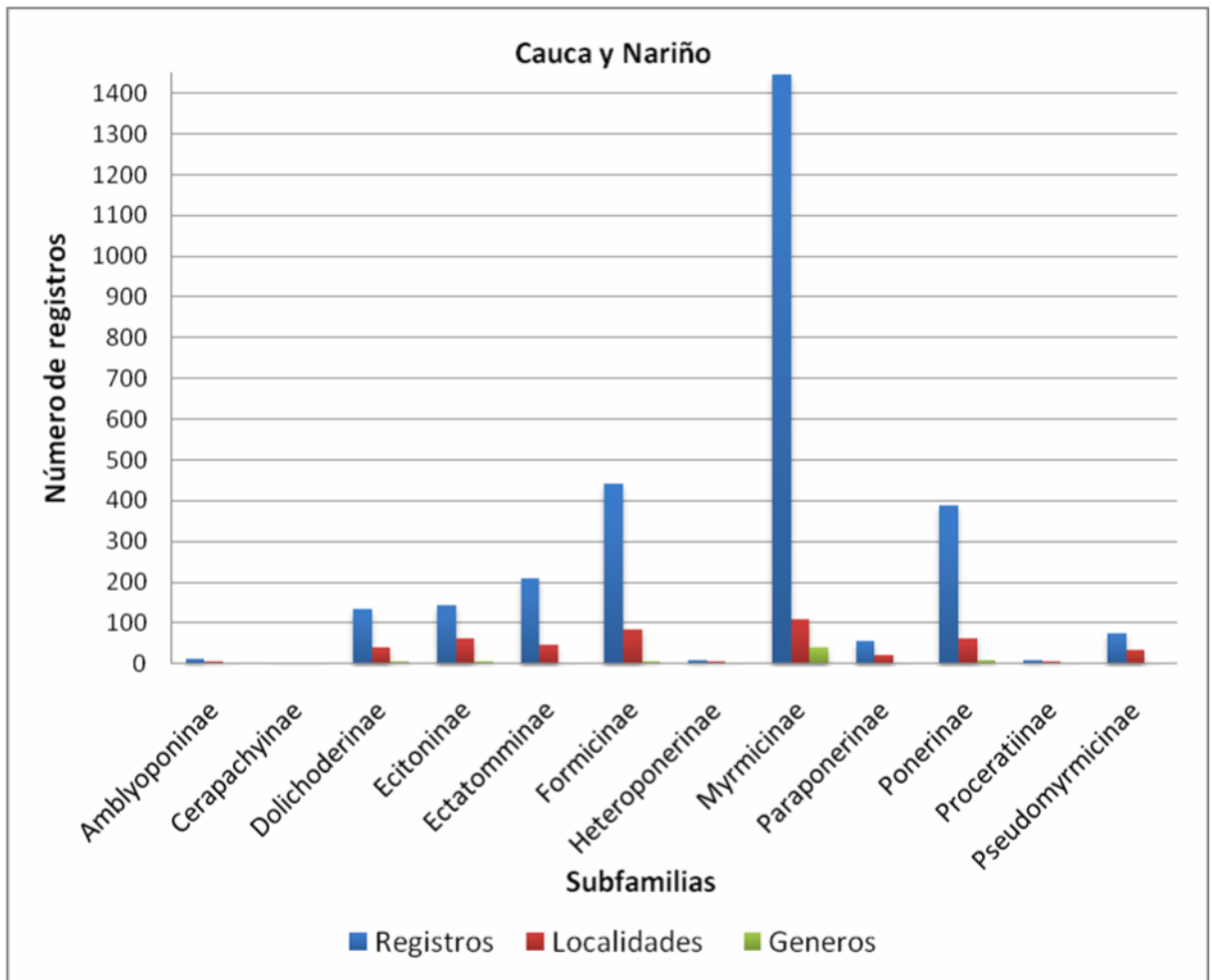
Las subfamilias que cuentan con una cantidad muy reducida de registros corresponden a la subfamilia Amblyoponinae (0.37%), con seis registros en la colección de la PSO-CZ y tres en la colección del IAvH-E; le sigue la subfamilia Heteroponerinae (0.33%), que cuenta con tres registros depositados en la colección del PSO-CZ, uno en el MHNUC, dos en la colección del IAvH-E y dos mas en la colección del MEUV y la subfamilia Proceratiinae (0.30%), con 5 registros para la colección PSO-CZ, uno para la colección del MHNUC y dos para la colección del IAvH-E.

Finalmente la subfamilia Cerapachyinae es la que cuenta con el menor número de registros, pues tan solo se halló un espécimen depositado en la colección del IAvH-E, que corresponde al departamento del Nariño, en los municipios de Ipiales, territorio Kofanes.

En cuanto a las localidades se observa un comportamiento similar al descrito en el número de registros, debido a que las subfamilias con mayor número de localidades muestreadas corresponden a las subfamilias Myrmicinae (109 localidades), Formicinae (87 localidades) y Ponerinae, que se iguala con la subfamilia Ecitoninae en 63 localidades (ver grafica 8).

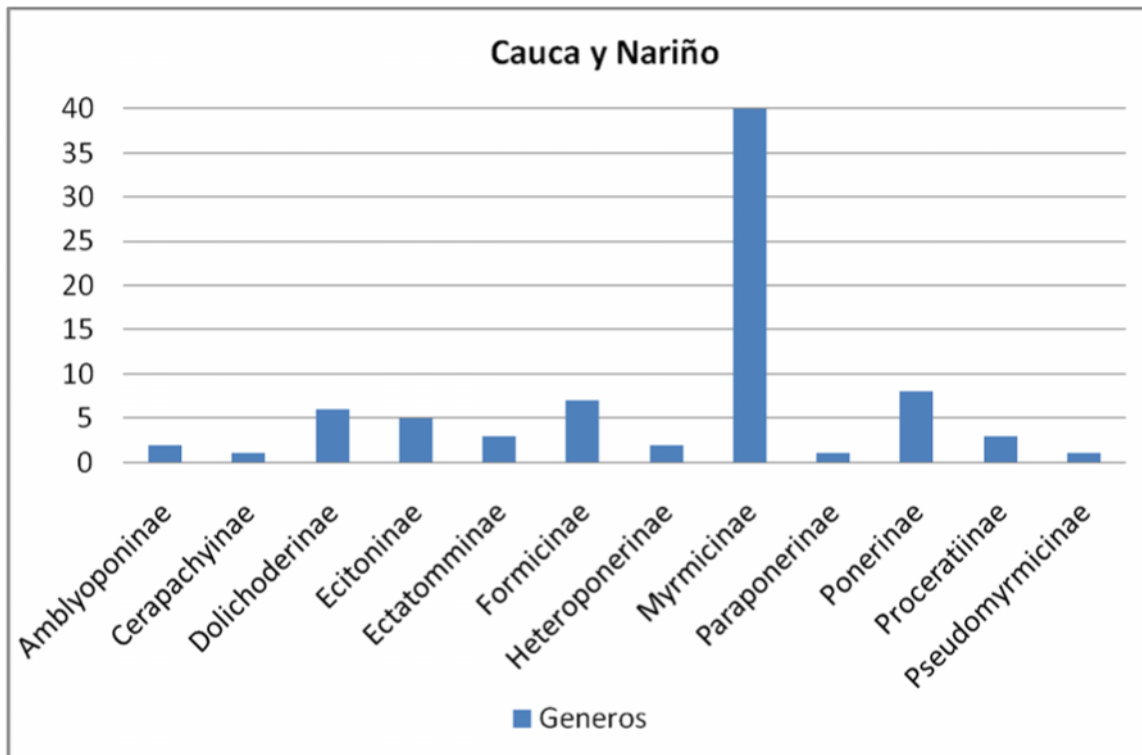
Del mismo modo, es la subfamilia Cerapachyinae la que cuenta con el menor número de localidades muestreadas (una localidad).

Grafica 8. Número de registros, localidades y géneros de hormigas por subfamilia para los departamentos de Cauca y Nariño



Para ver en más detalle la cantidad de géneros, que se han recopilado por subfamilia se presenta la siguiente tabla ampliada:

Grafica 9. Número de géneros de hormigas por subfamilia para los departamentos de Cauca y Nariño.



Como se observa en la tabla la subfamilia que mayor número de géneros presenta es la subfamilia Myrmicinae.

- Indicador de Densidad de información de colecciones por unidad de área (localidades, registros, taxones).

La densidad geográfica se evaluó para biomas, coberturas vegetales y distritos biogeográficos. Dentro de ellos, la densidad fue medida según la cantidad de Localidades, de Registros, de Subfamilias y de Géneros. Esto fue realizado en dos niveles: tomando los departamentos de Cauca y Nariño como una sola área, y posteriormente cada departamento por separado, ya que los valores en los departamentos como región cambiaron notoriamente.

- Densidad de información de colecciones en biomas.

En términos generales, el estudio de la cobertura geográfica de biomas que se realizó, muestra que de los nueve biomas presentes en los departamentos, se identificaron dos biomas sin registros. Estos biomas corresponde al bioma ZAST Alto Magdalena y al bioma ZHT Amazonia-Orinoquia.

De manera desagregada, se realizó el análisis de densidad de información en los biomas en tres aspectos: localidades, registros y taxones (subfamilias y géneros).

- Densidad de información de localidades

En las localidades el indicador de Densidad de información precisa que los biomas mejor muestreados son HeloB Valle del Cauca, al HeloB Amazonia-Orinoquia y al ZAST Valle del Cauca, seguidos con una densidad *Media*, encontramos del OroB Medio Andes y el HaloB Pacífico.

Los biomas que tienen densidades de información *baja y muy baja*, serán considerados con vacíos de información, es decir los biomas OroB Bajo Andes, OroB Valle del Patía, ZHT Pacífico-Atrato y HeloB Pacífico-Atrato.

A nivel de departamentos podemos decir que:

Los biomas del departamento del Cauca mejor muestreados son aquellos que poseen las áreas más pequeñas en el departamento. Esta zona corresponde a los biomas HeloB Amazonia-Orinoquia y HeloB Valle del Cauca. Estos biomas cuentan con una y cuatro localidades muestreadas respectivamente.

Los biomas del departamento del Cauca como son: OroB Alto Andes, ZHT Pacífico-Atrato y OroB Medio Andes perteneciente a la categoría *Muy Bajo*, son los menos muestreados y ocupan más del 50% del territorio departamental.

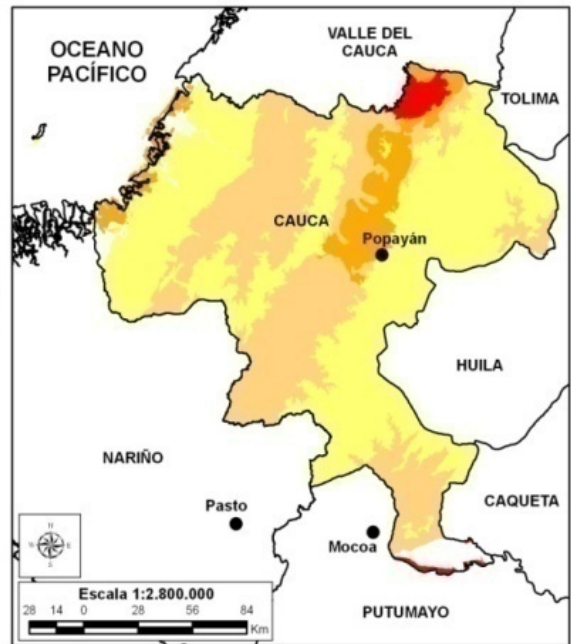
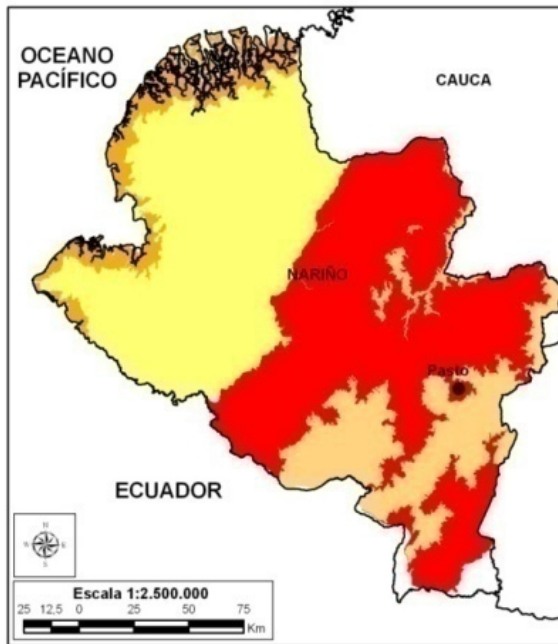
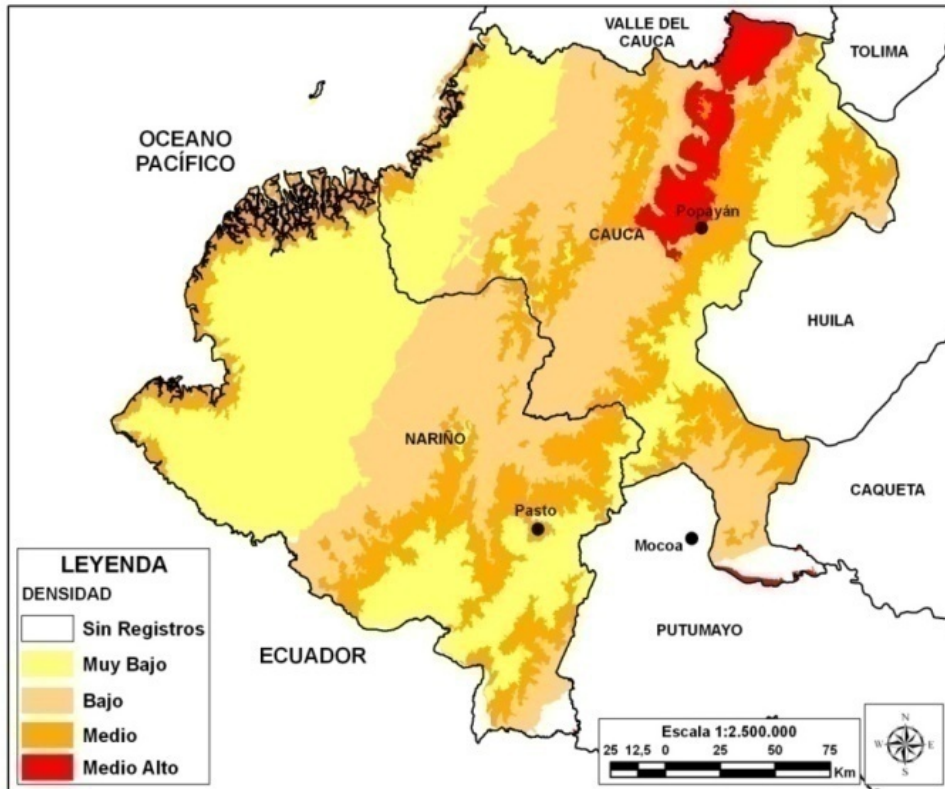
El departamento de Nariño a diferencia del departamento del Cauca, presenta una alta representación de densidad de localidades y de registros para aquellos biomas que ocupan un buen porcentaje del territorio en este departamento; es decir, los biomas OroB Bajo Andes y OroB Medio Andes, con 30 y 45 localidades muestreadas respectivamente.

Los más bajos índices de densidad de información en el departamento de Nariño, se encuentran en los siguientes biomas: HeloB Pacífico-Atrato y ZHT Pacífico-Atrato, que también son territorios extensos, pues ocupan cerca del 40% del territorio departamental.

Lo anterior se visualiza con claridad en los siguientes mapas (ver mapa 7) referidos al índice de densidad de información por biomas según localidades (mapa del departamentos de Cauca y Nariño, mapa del departamento Nariño y mapa del departamento del Cauca)

En términos generales, los departamentos de Cauca y Nariño se encuentran bien muestreados, pero el departamento del Cauca analizado de manera independiente presenta una gran falencia en cuanto a colectas en diferentes localidades.

Mapa 7. Densidad de localidades muestreadas por biomas, para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de registros:

La densidad de información de registros, señala que los biomas con mayores valores son el HeloB Valle del Cauca, al HeloB Amazonia-Orinoquia y al ZAST Valle del Cauca (ver mapa 8), igual que la densidad de información que se encuentra en las localidades (ver mapa 7).

La densidad de información más baja se encuentra en los siguientes biomas HeloB Amazonia-Orinoquia, HeloB Pacífico-Atrato y OroB Alto Andes (ver mapa 8).

A nivel de departamentos se observa lo siguiente:

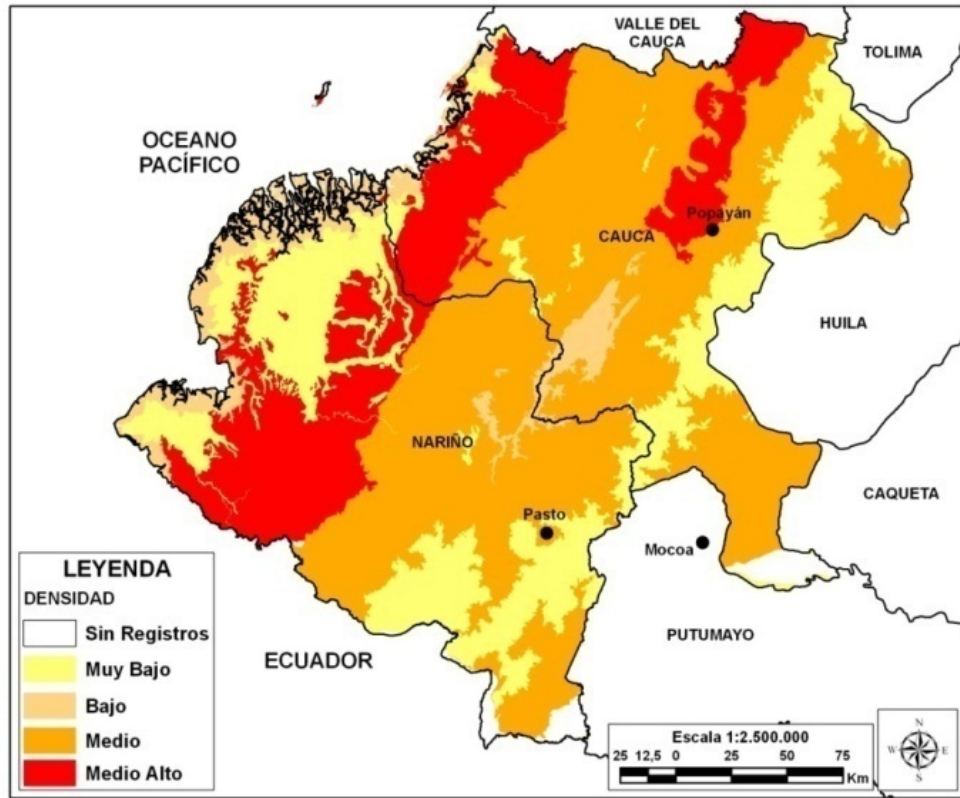
El departamento del Cauca, se evidencia un énfasis en la colecta realizada en el ecosistema de ZAST Valle del Cauca y en el HeloB Valle del Cauca. Con relación a esta situación, aunque estos biomas no abarcan áreas tan extensas, presentan números de registros superiores a los 230 ejemplares, lo que eleva su tendencia a *Medio – Alto*, e incluso podrían considerarse como biomas altamente muestreados.

En cuanto al departamento de Nariño, los biomas OroB Medio Andes y OroB Bajo Andes, son los que poseen los valores más altos de densidad de información por registros, con 518 y 815 especímenes registrados respectivamente.

En el análisis de los departamentos a nivel global o por unidad, se evidencia un aspecto en común, referido a una muy baja densidad de información de registros en el bioma OroB alto Andes.

Las generalidades y particularidades de la densidad de información por registros en los departamentos de Cauca y Nariño se observan en el siguiente mapa:

Mapa 8. Densidad de registros en biomas para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de taxones (subfamilias y géneros):

La **densidad de información por taxones a nivel de subfamilia** presenta el mayor número de registros en los siguientes biomas: OrobAz Valle del Patía, HeloB Amazonia-Orinoquia y HeloB Valle del Cauca.

En la densidad de información por localidades y subfamilia, se encuentra un caso particular en el bioma HeloB Amazonia-Orinoquia, que cuenta con un solo registro y una sola subfamilia, pero alcanza los valores de *Medio – alto*, dado que su área es muy pequeña, tanto a si que difícilmente se observa en el mapa (ver mapa 9), al sur de la región denominada “Bota Caucana”, en el departamento del Cauca.

A nivel de departamentos podemos observar que:

En el departamento del Cauca, en cuanto a densidad de información de taxones, el bioma cuya intensidad de muestreo y número de registros ha arrojado valores representativos para subfamilias que corresponde al bioma Helo B Valle del Cauca.

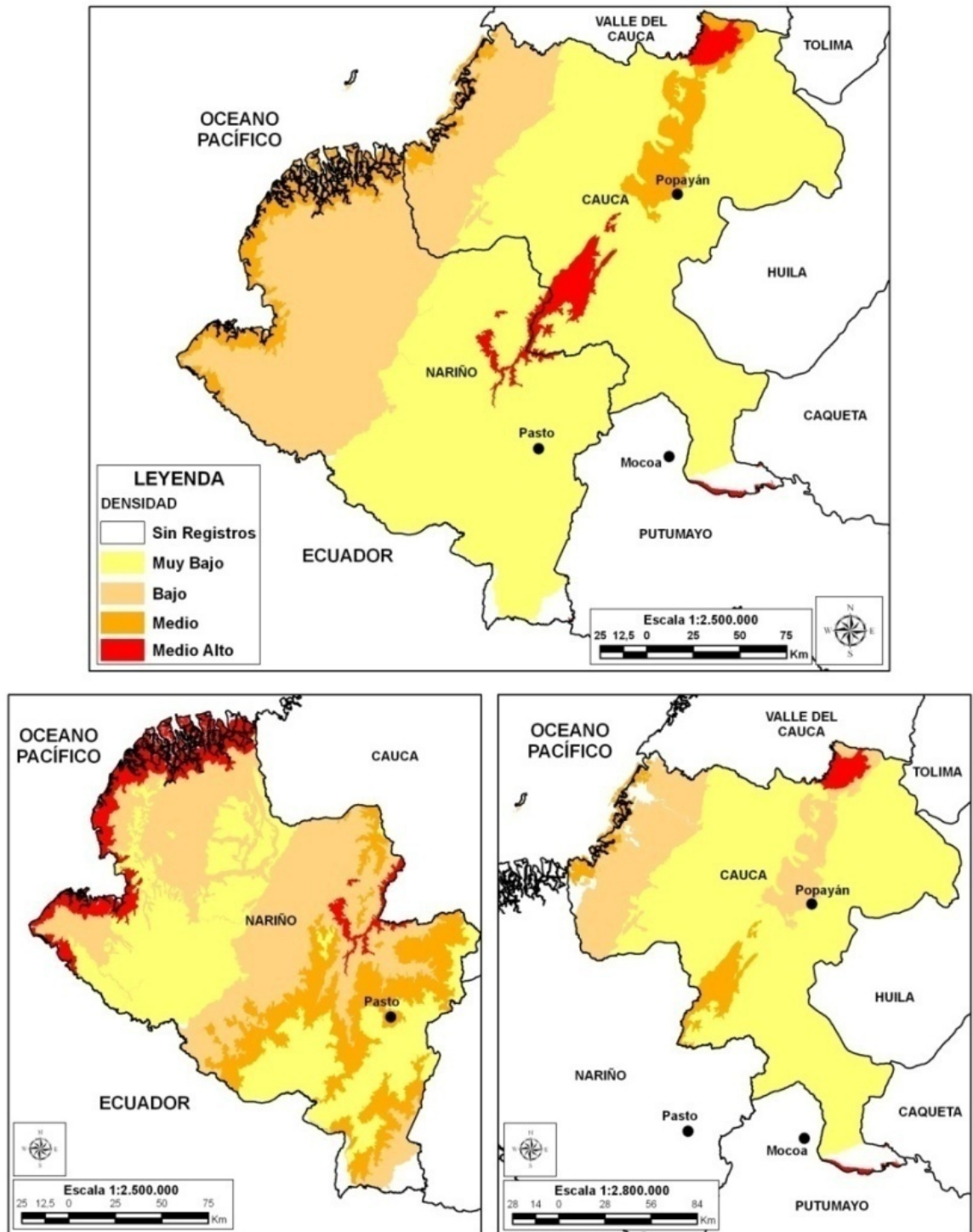
De otra parte los biomas con mayores áreas también se encuentran menos representados tanto para subfamilias como para géneros, situación que se asocia directamente con el bajo número de localidades y de registros que se presentan para este departamento.

En el departamento de Nariño, la densidad de información taxonómica con valores de *Medio-alto*, para subfamilia, se encuentra en los biomas HaloB Pacífico y OrobAz Valle del Patía, ambos biomas caracterizados por poseer áreas muy pequeñas.

Sobre la densidad de información de taxones o referida al valor *Muy bajo*, en el caso de subfamilias y géneros se identifica el mismo bioma correspondiente al bioma OroB Alto Andes, en el cual se encuentran seis subfamilias y siete géneros.

A continuación, se puede observar la densidad de información de taxones por subfamilia en el mapa de los departamentos de cauca y Nariño, en el mapa del departamento de Nariño y en el mapa del departamento del Cauca (ver mapa 9).

Mapa 9. Densidad de subfamilias en biomas para los departamentos de Cauca y Nariño.



La **Densidad de información de taxones para géneros**, se presenta un densidad de información *Medio – altos* en los biomas OrobAz Valle del Patía, ZAST Valle del Cauca y HeloB Valle del Cauca (ver mapa 8), siendo estos ecosistemas los mas alterados antrópicamente.

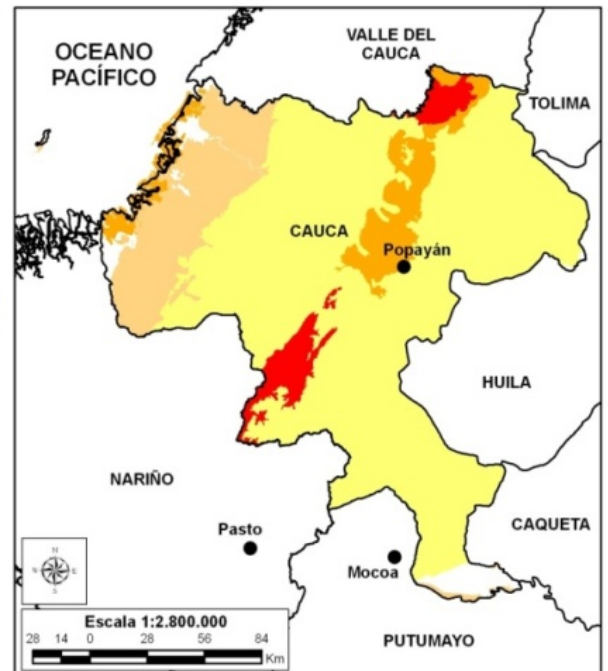
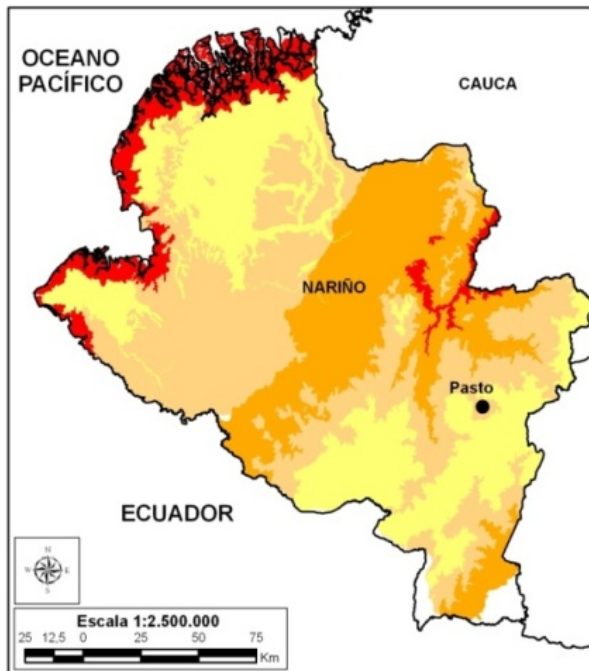
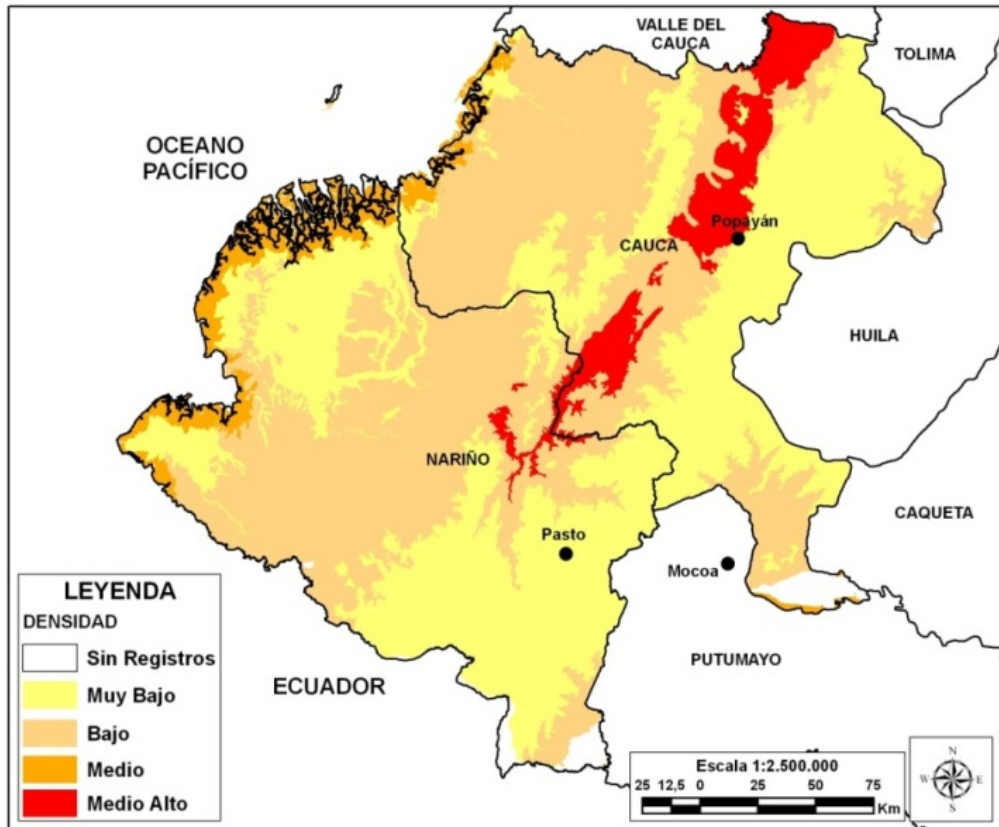
Si se compara la densidad de información de registros en los biomas con la densidad de información registrada para localidades, subfamilias y géneros de los biomas, se observa que: En los biomas HeloB Valle del Cauca, al HeloB Amazonia-Orinoquia y al ZAST Valle del Cauca, aunque la densidad de información de registros es de *Medio-alto* y ocupan la mayor parte del área de estudio (ver mapa 8), no son equiparables con respecto a la densidad de información de localidades, subfamilias y géneros para estos mismos biomas.

Esto muestra que a pesar de darse muchas colectas en estos biomas, la densidad taxonómica que dichas colectas han generado no es representativa; e incluso en biomas como el OrobAz Valle del Patía que presentan un muestreo *Medio* con relación al número de localidades y al número de registros, se da una alta densidad nivel taxonómico, para subfamilias y géneros.

En caso opuesto se halla la densidad de información de registros para el bioma ZHT Pacifico-Atrato, que tiene valores *Medio-alto* (ver mapa 8), pero en cuanto a la densidad de información de localidades, subfamilias y géneros no supera la categoría de *Bajo*, lo cual implica que a pesar de ser una zona poco muestreada es posible la consecución de varios ejemplares.

En el mapa 10 se puede observar la densidad de información de géneros:

Mapa 10. Densidad de géneros en biomas para los departamentos de Cauca y Nariño.



A nivel de departamentos se observan los siguientes aspectos:

En el departamento del Cauca, la densidad de información taxonómica de género correspondiente a *Alta*, esta en el bioma HeloB Valle del Cauca, debido a su área relativamente pequeña y por estar muestreada en siete localidades diferentes (Hacienda San Julián-Santander de Quilichao, Padilla-Cabecera municipal, Villa Rica-inspección de policía, Corinto-cabecera municipal, Hacienda San Camilo-Incauca) presentando 31 géneros.

En este departamento, se refiere valores de densidad de información de localidades y registros de *Medio* y *Bajo*, y la densidad de información de taxones con valores de *Baja* y *Muy baja*, que se presenta en los biomas OroB Bajo Andes, OroB Medio Andes y OroB alto Andes, biomas de gran tamaño y que ocupan cerca del 70% de la extensión del territorio.

En el departamento de Nariño, la representatividad taxonómica y densidad de información de géneros presenta valores *Medio-Alta* para el bioma HaloB Pacífico. A pesar de esto su densidad de información de localidades es *Medio* y la densidad de información de registros es *Bajo*.

- Densidad de información de colecciones en Cobertura vegetal.

En términos generales, en los departamentos de Cauca y Nariño se encuentran coberturas vegetales sin ningún tipo de registros, es así como en el departamento del Cauca esta la cobertura vegetal de Manglar del Pacífico sin ningún tipo de muestreo realizado y en el departamento de Nariño las coberturas Arbustales y Lagunas costeras y estuarios, que carecen completamente de cualquier tipo de registro.

- Densidad de información de localidades

Para el área general de estudio, la densidad de información de localidades se presenta de manera elevada en las coberturas de Bosques plantados, Cultivos anuales o transitorios y Áreas urbanas, consideradas en la escala de *Medio – alto*. A estas le siguen en valores descendentes, de *Medio*, aquellas coberturas que se hallan en la cordillera de los Andes, ocupando la parte central del área de estudio.

La densidad de información de localidades presenta los valores más bajos en las coberturas vegetales de Arbustales, Herbazales y Bosques naturales. En el caso de las dos primeras coberturas, solo se hallan una y dos localidades muestreadas respectivamente. En cambio, en la cobertura Bosques naturales, a pesar de presentar 38 localidades muestreadas, por su extensión en hectáreas que ocupa cerca del 60% del territorio evaluado, las 38 localidades no son suficientes, para considerar este bioma con un alto nivel de densidad de información.

A nivel de departamentos se observa lo siguiente:

En el departamento del Cauca la densidad de localidades esta entre los valores *Medio – alto* en las coberturas vegetales de Áreas urbanas, Bosques plantados y Lagunas costeras y estuarios. Debido

al tamaño reducido de las áreas y a la escala en la cual se trabajó¹²², es difícil de visualizar en el mapa (ver mapa 9).

En orden descendente se encuentra una densidad de información de localidades *Medio* en las coberturas de Cultivos anuales o transitorios y Pastos.

La densidad de información de localidades que presenta valores *Muy bajo* en el departamento del Cauca corresponde a Arbustales, Bosques naturales y Vegetación secundaria, que ocupa el 70% del territorio caucano, lo que significa que la mayoría del territorio no tiene una alta densidad de información de localidades.

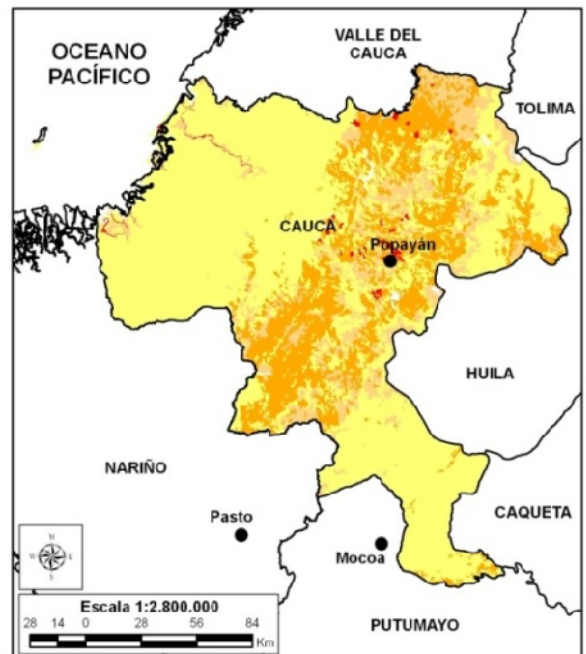
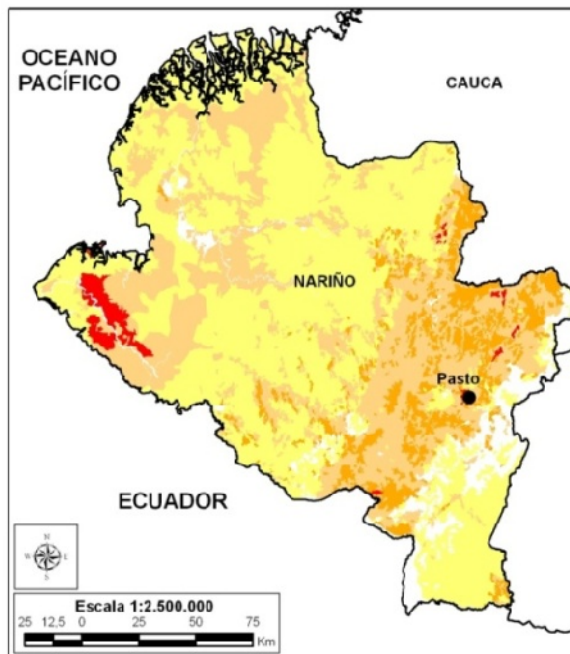
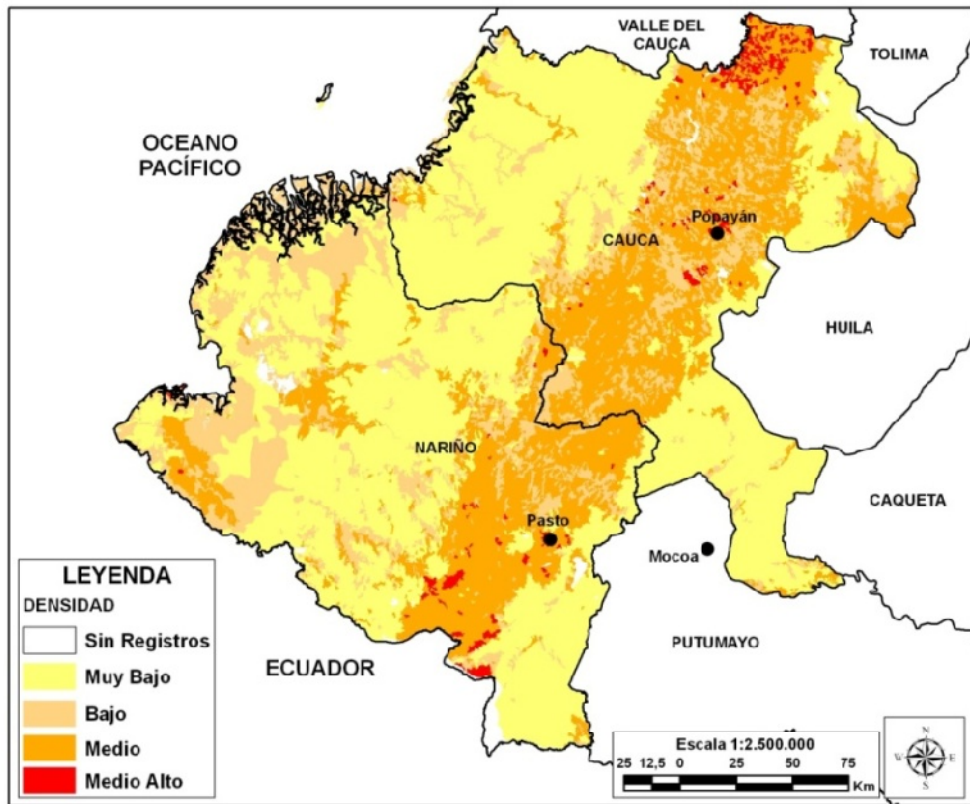
En el departamento de Nariño, la densidad de información de localidades, presenta los valores más altos en las coberturas de Áreas urbanas y Cultivos semipermanentes y permanentes. En estas coberturas se han muestreado cinco o seis localidades, respectivamente.

En cuanto a valores *Muy bajos* de densidad por localidad en el departamento de Nariño, se destacan las coberturas de Bosques naturales, Herbazales y Manglar del Pacífico, que ocupan cerca del 80% del territorio departamental. Cabe resaltar que la cobertura de Bosques naturales aun teniendo 28 localidades y 1249 registros, presenta el valor más bajo para la densidad de subfamilias, reportando el total de subfamilias registradas para el departamento (12 subfamilias), y un valor bajo para la densidad de géneros, a pesar de reportar 72 géneros en ella de los 80 reportados para la región evaluada, debido a la extensión de esta cobertura vegetal.

A continuación se observa en los siguientes mapas la densidad de información de localidades en los departamentos de Cauca y Nariño:

¹²² El mapa general se encuentra a una escala de 1:2'500.000; los mapas por separado de cada departamento tienen una escala de 1:2'800.000.

Mapa 11. Densidad de localidades muestreadas en coberturas vegetales, para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de registros.

La densidad de información de registros correspondiente a la evaluación por cobertura vegetal arroja los valores más altos para las coberturas de Lagunas costeras y estuarios, Cultivos anuales o transitorios y Áreas urbanas; estas coberturas se caracterizan por ser pequeñas áreas (936149,384 Km²).

De manera mucho más diferenciable se hallan las coberturas que se encuentran en la categoría de *Medio*; es decir, las coberturas de Cultivos semipermanentes y permanentes, Bosques naturales y Bosques plantados. Estas coberturas ocupan aproximadamente el 60% del territorio evaluado.

Si comparamos la densidad de información de localidades con la densidad de información de registros, se puede visualizar en el mapa 10, que son inversos es sus valores de densidad de información. Esto se da principalmente en la cobertura de Bosques naturales, que es la cobertura con mayores áreas de todas las evaluadas.

En este caso, aunque el número de localidades no es muy alto, el número de registros realizados, genera una cantidad de datos importante en cuanto al de eventos de captura.

A nivel de departamentos se encuentran las siguientes particularidades:

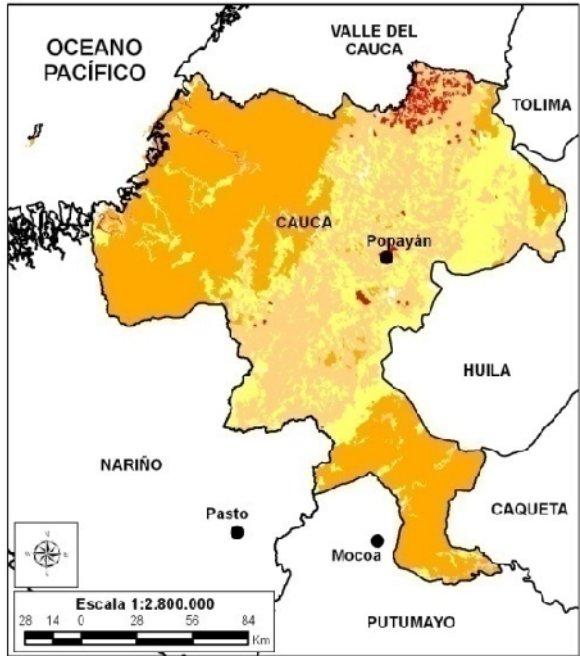
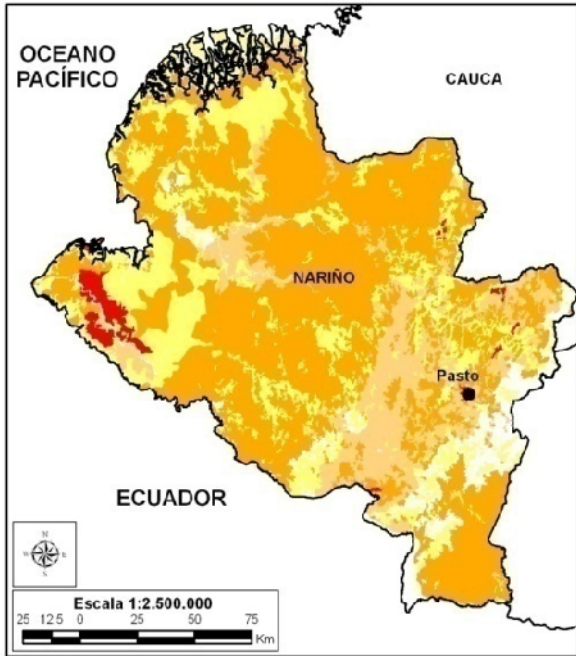
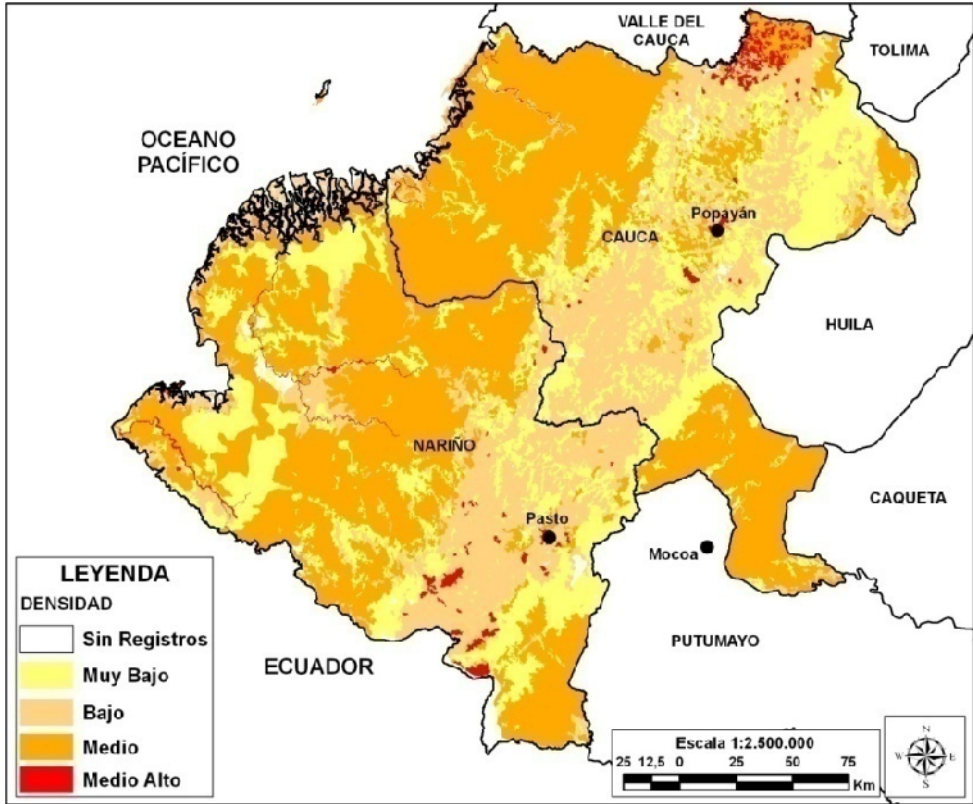
En el departamento del Cauca la densidad de información de registros y la densidad de información de localidades presenta los mismos valores de *Medio – alto*, en las mismas coberturas que son Bosques plantados, Cultivos anuales o transitorios y Áreas urbanas (ver mapa 10).

Le sigue la densidad de información de registros *Medio*, que se encuentra en la cobertura vegetal de Bosques naturales que corresponde a una de las más extensas en este departamento. Para el número de registros con que cuenta esta cobertura, perfectamente podría llegar a valores de *Medio-alto*, pero nuevamente la extensión de la cobertura vegetal genera un factor determinante. La cobertura Bosques naturales para el departamento del Cauca cuenta con 494 registros en su totalidad en solo 5 localidades.

En el departamento de Nariño, la densidad de información que presenta valores de *Medio – alto*, corresponde a la cobertura vegetal de cultivos semipermanente y permanentes (ver mapa 10).

En los siguientes mapas se observa la densidad de información de registros en los departamentos del Cauca y de Nariño:

Mapa 12. Densidad de registros en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de taxones

La densidad de información de taxones por subfamilia y género es *Medio – alto y Medio*, correspondiente al 6.87% del territorio, en las coberturas vegetales de Áreas urbanas, Bosques plantados, Cultivos anuales o transitorios y Lagunas costeras y estuarios (ver mapa 11).

El resto de coberturas, presentan una densidad de información para taxones en subfamilias y en géneros en la categoría de *Muy bajo y Bajo* y corresponde al 93.12% del territorio. Si desagregamos este porcentaje observamos que:

Los valores *Muy bajos* se encuentran en las coberturas vegetales que corresponden a Arbustales, Bosques Naturales y Vegetación secundaria (ver mapa 11), ocupando cerca del 80% del territorio evaluado y cerca del 13% del territorio evaluado presenta una densidad de información de taxones para subfamilias y géneros en la categoría de *Bajo*, que se encuentra en las coberturas de Áreas agrícolas heterogéneas, Herbazales y Pastos.

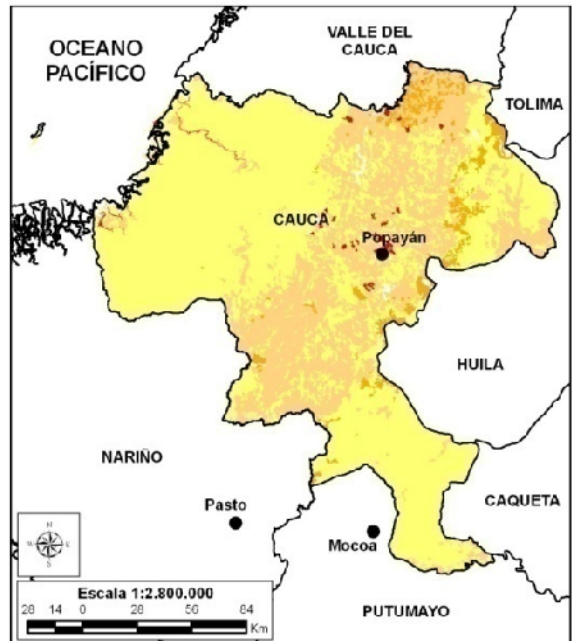
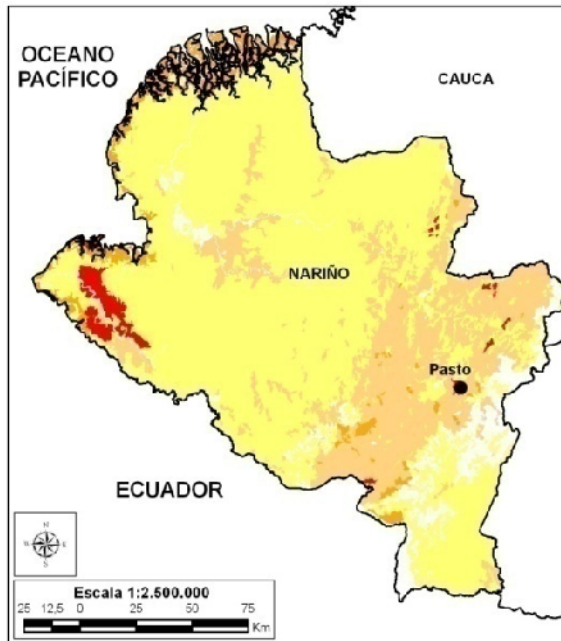
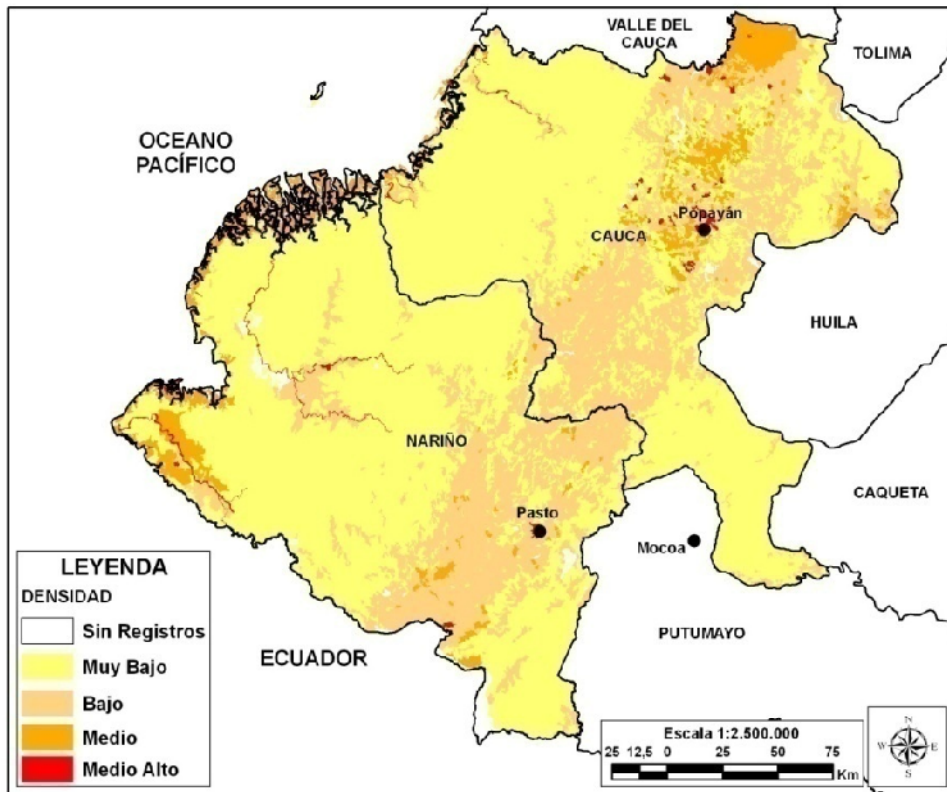
En este análisis de densidad de información de taxones, la cobertura vegetal de Bosques naturales presenta varios aspectos importantes de resaltar:

El área determina notablemente los valores de densidad, esto se explica en este caso por: La cobertura vegetal de Bosques naturales presenta el mayor número de taxones para subfamilia (12) y para géneros (75), sin embargo dado el gran tamaño de su superficie (26913666,9 Km²), estos datos no son suficientes para representar toda la cobertura en la que se encuentran incluidos.

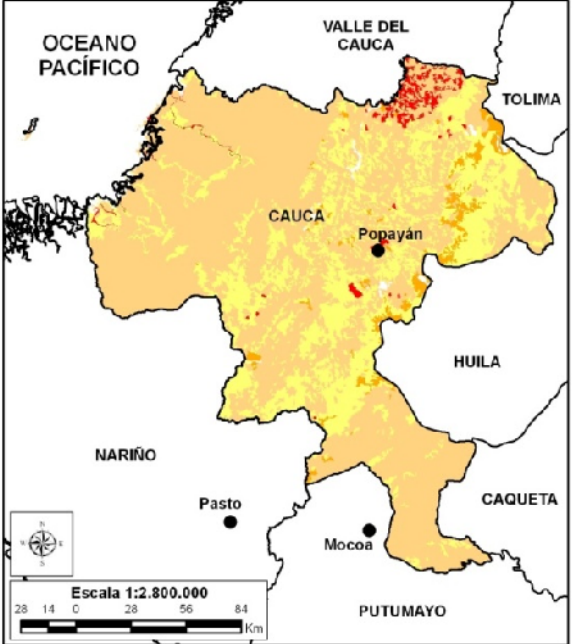
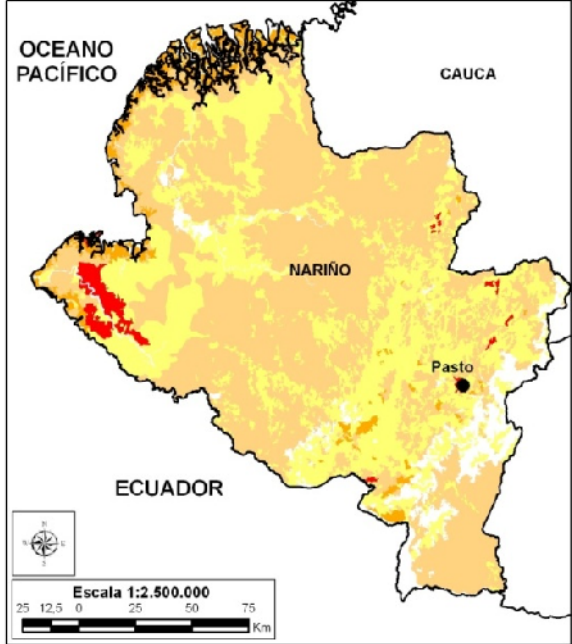
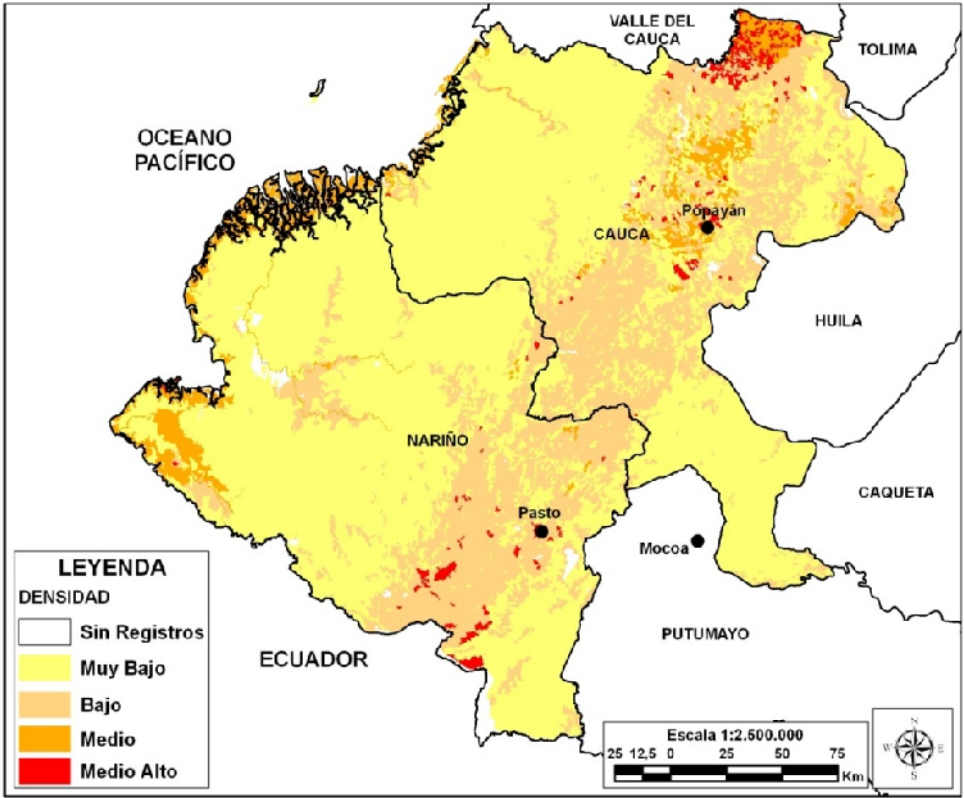
De otra parte la cobertura Bosques Naturales, a pesar de contar con el mayor número de registros no tiene una buena representación en localidades, lo que de una u otra forma ha generado la baja representatividad taxonómica de la zona.

A nivel de departamentos, el análisis de densidad de información de taxones por subfamilia y género es similar en ambos departamentos, es decir que la densidad de información de taxones a nivel de cada departamento, es igual a la observada en el mapa general de los dos departamentos. Presenta los niveles *Medio* y *Medio - alto* para coberturas vegetales transformadas, correspondientes a Áreas urbanas, Bosques plantados, Cultivos anuales o transitorios y Lagunas costeras y estuarios, exceptuando el último (ver mapa 11 y mapa 12).

Mapa 13. Densidad de subfamilias en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.



Mapa 14. Densidad de géneros en coberturas vegetales para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de distritos.-

El análisis de la densidad de información se realizó en 18 distritos de los 21 existentes, debido a que hay tres distritos que no han sido muestreados. Estos distritos son: distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central, distritos Bosques Subandinos Central Cauca-Huila y distritos Paramos Cauca – Huila - Valle, en consecuencia hacen parte de los vacíos de información.

A nivel de departamentos los distritos nunca muestreados son:

En el departamento del Cauca son Oriental Cordillera Central, Bosque subandinos Orientales Cauca – Huila y Paramos Cauca – Huila – Valle – Tolima.

En el departamento de Nariño estos distritos son el distrito Micay, distrito Selva Subandina Vertiente Pacífico Cauca y Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle.

Ahora en cuanto a los distritos que han sido muestreados podemos decir que el análisis se realizó enfocándose en localidades, registros y taxones (subfamilias y géneros):

- Densidad de información de localidades.-

La densidad de información de localidades para los distritos biogeográficos presenta los más altos valores para los siguientes distritos: distrito Awa, distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, distrito. Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental, distrito Gorgona y distrito Subandino Alto Patía (ver mapa 13).

Los valores más bajos se encuentran ubicados en los siguientes distritos: distrito Micay, distrito Paramos Nariño-Putumayo, distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño, distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca y distrito Tumaco (ver mapa 13).

Las regiones mejor muestreadas en cuanto a número de localidades se acercan mucho 40% más a los andes y a medida que se alejan de ellos, el número de localidades se reduce (ver mapa 13).

A nivel departamental se presentan los siguientes aspectos:

En el departamento del Cauca la densidad de información para localidades presenta categoría de *Medio – alto* para los distritos de: distrito Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental, distrito Gorgona y distrito Tumaco. Estos distritos abarcan el 9.14% del departamento; mientras que en el caso de los valores *Bajo y Muy bajo* de densidad de información para localidades ocupan cerca del 38% del territorio caucano en los distritos de distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño, distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca y distrito Micay, con una, dos y tres localidades respectivamente.

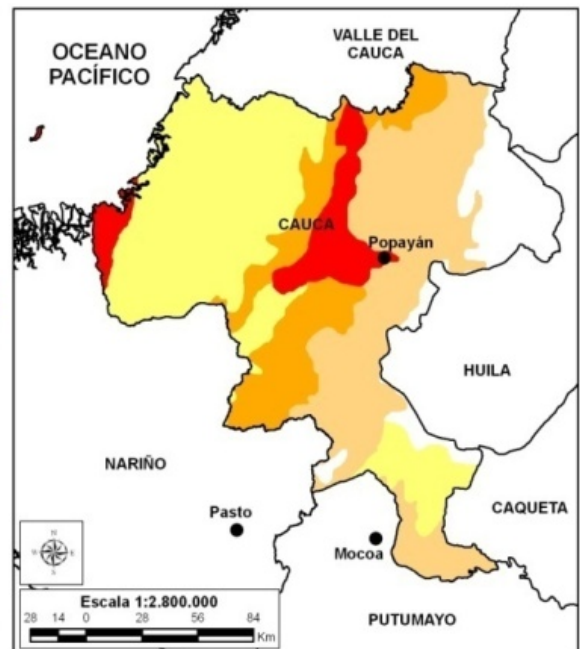
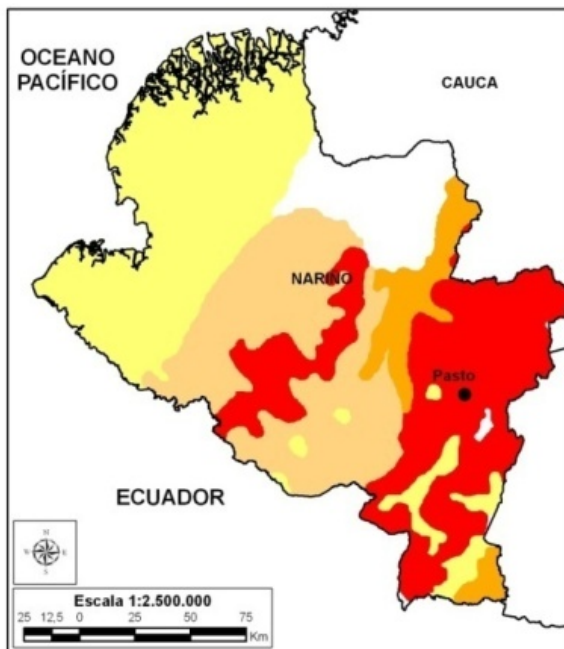
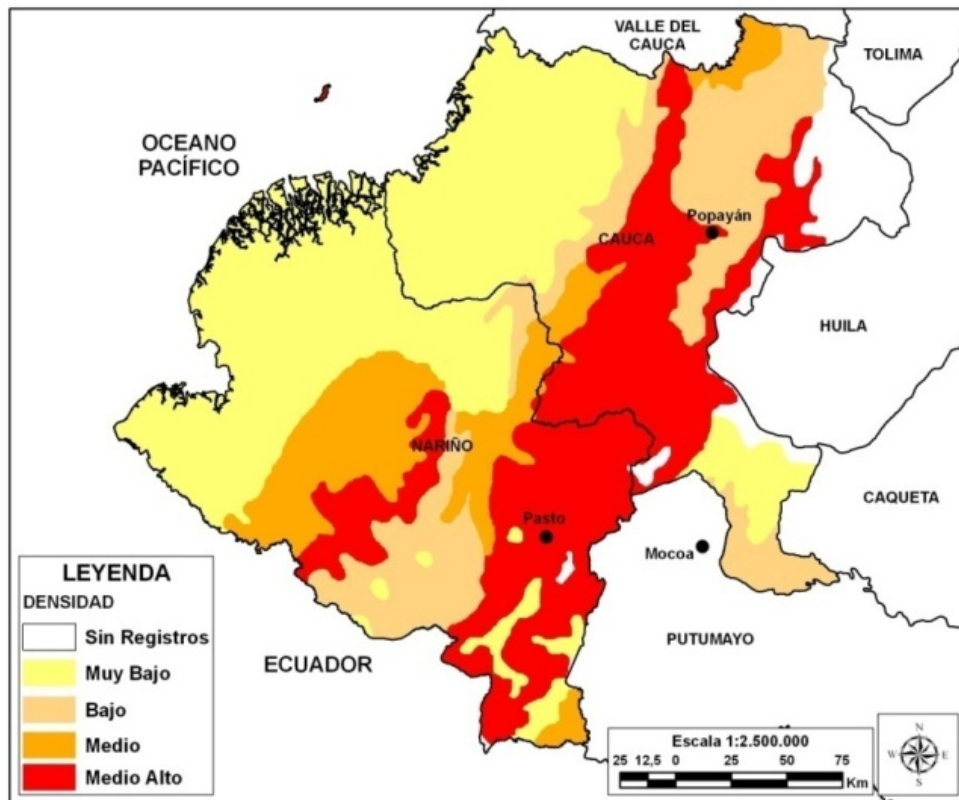
En el departamento de Nariño, la densidad de información de localidades, se presentan los valores más elevados para el distrito Awa, distrito Bosques Andinos Nariño Oriental y distrito Subandino Alto Patía zonas que no ocupan ni el 30% de territorio nariñense.

Los distritos con menor cantidad de localidades muestreadas corresponden al distrito Paramos Nariño-Putumayo, Distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño y distrito Tumaco, para un total de cobertura de un 38.46% de este departamento.

En el caso del distrito Tumaco, se resalta que aunque cuenta con 14 localidades muestreadas dentro de su área, estas localidades no son representativas en el distrito debido a la extensión de su área (9'727.516,78 Km²).

A continuación se observa en los siguientes mapas la densidad de información de localidades en distritos:

Mapa 15. Densidad de localidades muestreadas en distritos geográficos, para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de registros

En la densidad información de registros, los distritos que presentan valores más altos corresponden al distrito Awa, distritos Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental, distrito Gorgona, distrito Kofán y distrito Planicie Alto Cauca. De estos distritos sobresale el distrito Awa, con 854 registros en 17 localidades y el distrito Gorgona (ver mapa 14), que a partir de dos localidades obtuvo un total de 359 registros para esta zona.

En cuanto a número de registros, los distritos Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental, distrito Planicie Alto Cauca y distrito Gorgona poseen 874 registros.

De este total de registros es importante señalar que: el distrito Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental cuenta con 209 registros en 11 localidades; el distrito Planicie Alto Cauca tiene 307 registros solo en dos localidades y finalmente el distrito Gorgona, presenta 358 registros en solo dos localidades.

Comparativamente se analiza el número de registros con relación al número de localidades en cada uno de los distritos, el caso del distrito Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental que contienen 209 registros en 11 localidades, se puede explicar por las características de altitud de este distrito.

A nivel de departamentos se observa que:

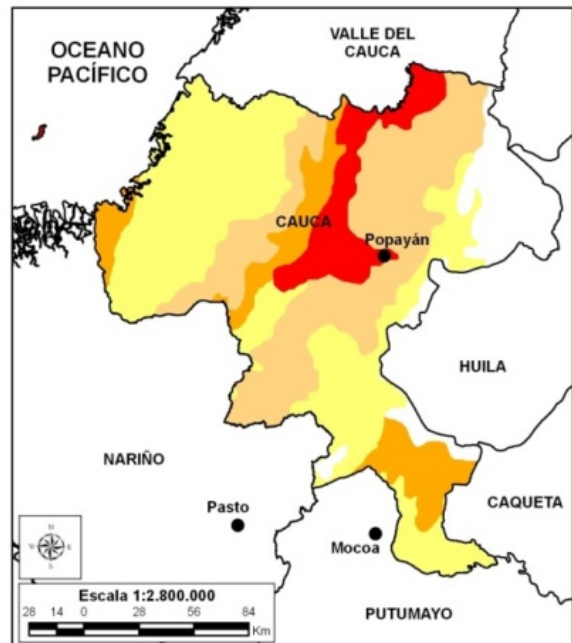
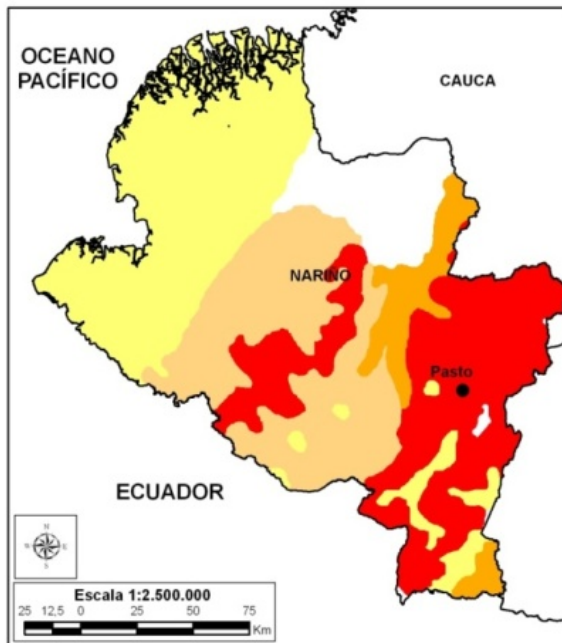
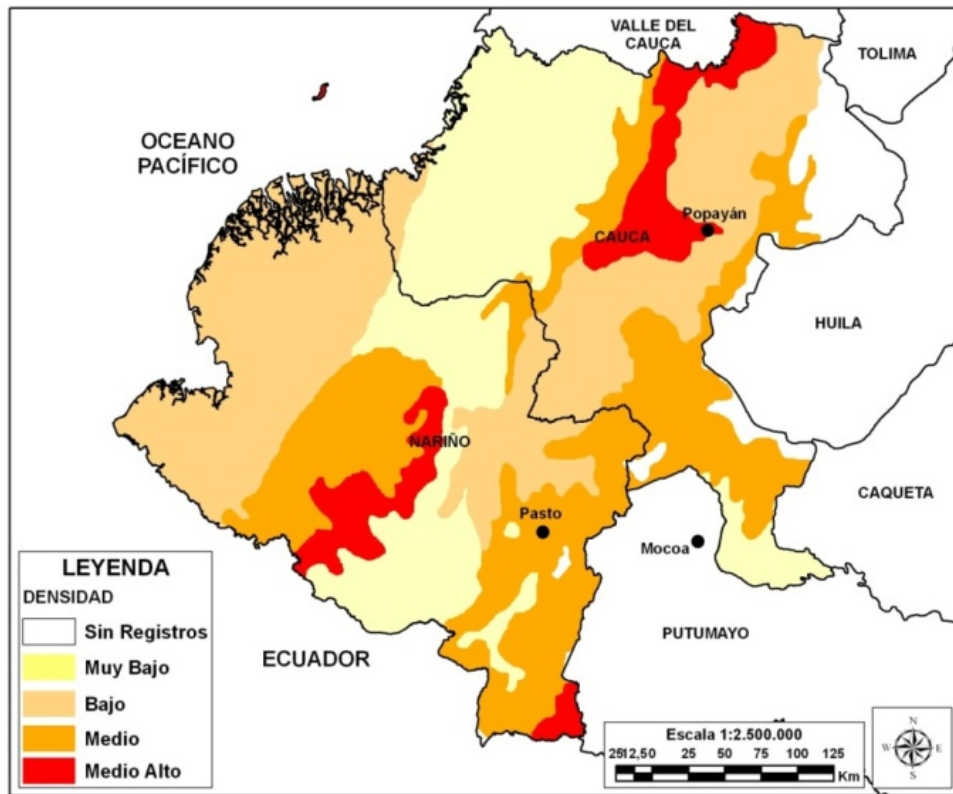
En el departamento del Cauca la densidad de información de registros con valores *Muy bajo* se encuentran en los siguientes distritos: distrito Alto Patía (2 registro), distrito Bosques Andinos Nariño Oriental (31 registros), distrito Florencia (9 registros) y distrito Micay (6 registros), que corresponden al 44.80% del departamento (ver mapa 14).

En el departamento de Nariño, la densidad de información de registros presenta los valores de *Medio – alto*, en los siguientes distritos: distrito Awa, distrito Kofán y distrito Subandino Alto Patía (ver mapa 14). El área que ocupan estos tres distritos corresponde a un 12% del territorio departamental, pero el total de registros de los tres distritos es 1135 registros de los 1734 registros identificados en todo el departamento, lo que quiere decir que los esfuerzos de coleta se realizan en un área reducida del departamento.

También se identifica una densidad de información de registros *Muy bajo* en los distritos de: distrito Bosques Andinos Nariño Occidental, distrito Paramos Nariño-Putumayo y distrito Selva Nublada Oriental. Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño (ver mapa 14). Estos distritos ocupan un 15% del de territorio nariñense.

En el mapa 16, se presenta la densidad de información de registros identificados para los departamentos de Cauca y Nariño.

Mapa 16. Densidad de registros en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.



- Densidad de información de taxones

En el departamento del Cauca la densidad de información de taxones para subfamilia y para genero con los valores de *Medio- alto*, tiene una correspondencia directa con los datos encontrados en densidad de información de localidades y densidad de información de registros, principalmente para el distrito Planicie Alto Cauca y el distrito Gorgona (ver mapa 15), que se caracterizan por tener áreas reducidas, por el elevado número de registro y por haber reportado variedad de subfamilias y géneros. En el caso del distrito Planicie Alto Cauca con 628573,44 Km², cuenta con 30 géneros distribuidos en seis subfamilias. Para el distrito Gorgona, en un área de 15872,5561 Km², se registran 37 géneros y 60 especies diferentes distribuidas en 10 de las doce subfamilias identificadas para Colombia.

También se identifica en este departamento una densidad de información de taxones para subfamilia con valores de *Muy bajo a los distritos de* Distrito Alto Patía, Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, Distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle y Distrito Micay (ver mapa 15).

Para la densidad de información de taxones por géneros, los distritos correspondientes a los valores de *Muy bajo* son: Distrito Alto Patía, Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, Distrito Florencia y Distrito Micay (ver mapa 15).

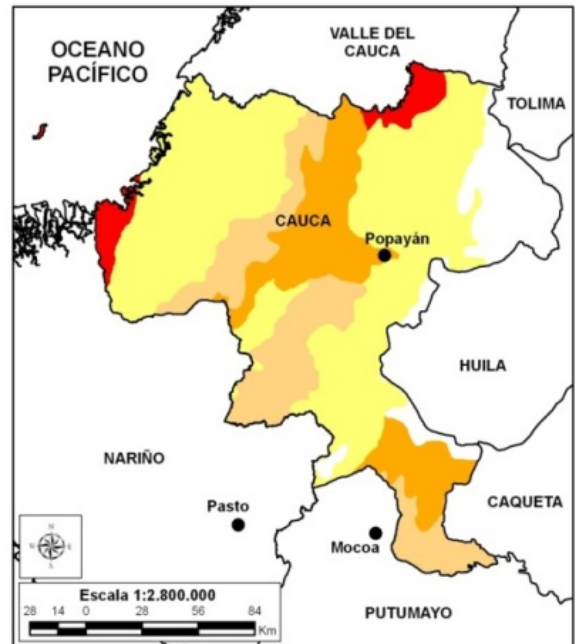
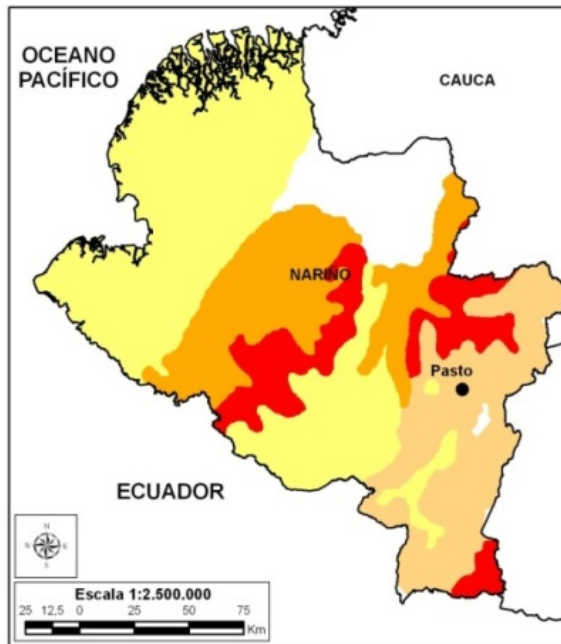
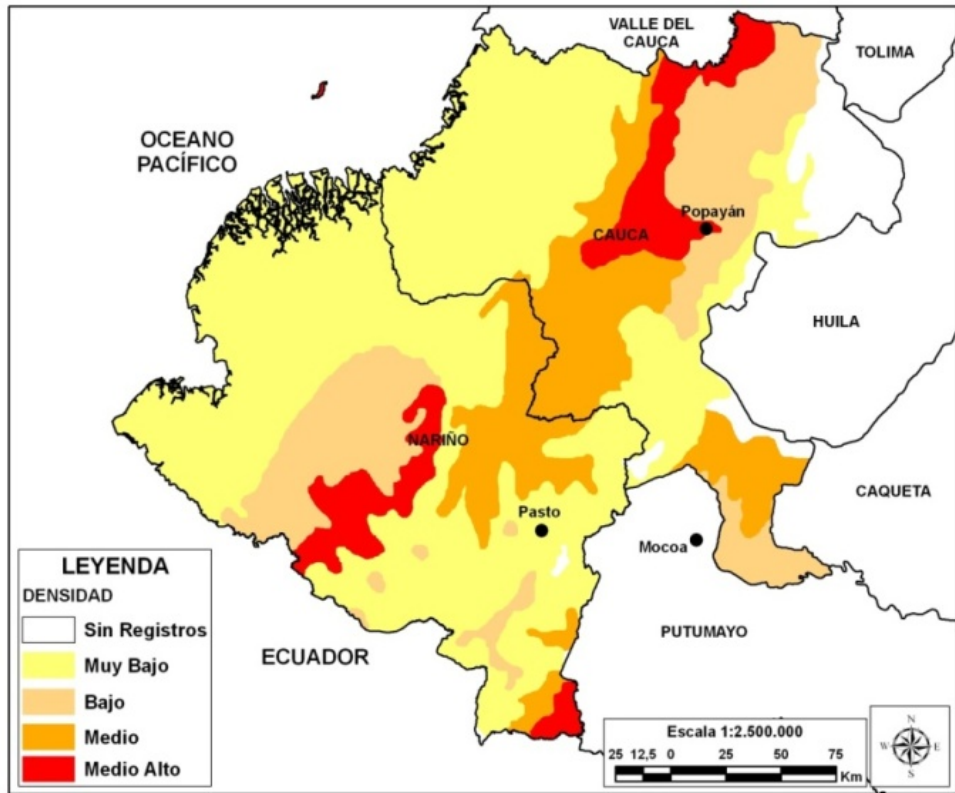
En la densidad de información de taxones de valor *Muy Bajo* para subfamilia y géneros, se observa:

Los distritos de Distrito Alto Patía, Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental y Distrito Micay son compartidos tanto para la densidad de subfamilias como para la densidad de géneros y abarcan un 40% del territorio.

El Distrito de Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle, se incluye dentro de los distritos de valor *Muy bajo* para la densidad solo en subfamilias; el distrito Florencia se incluye dentro del valor de densidad de información de taxones *Muy bajo*, solo para géneros; ocupando el 20.89% del departamento. Vale la pena recordar que el distrito Florencia posee características biofísicas de la región amazónica, lo que sugiere la necesidad de realizar investigaciones en este distrito.

En los siguientes mapas se observa la densidad de información de taxones para subfamilia en los departamentos del Cauca y de Nariño:

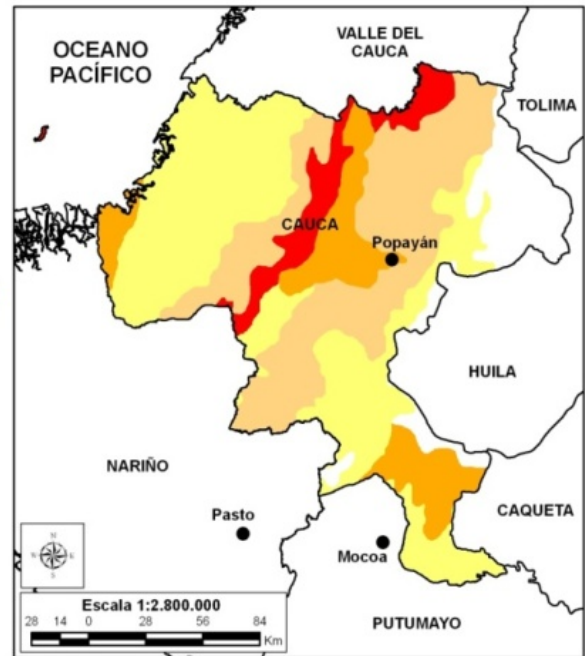
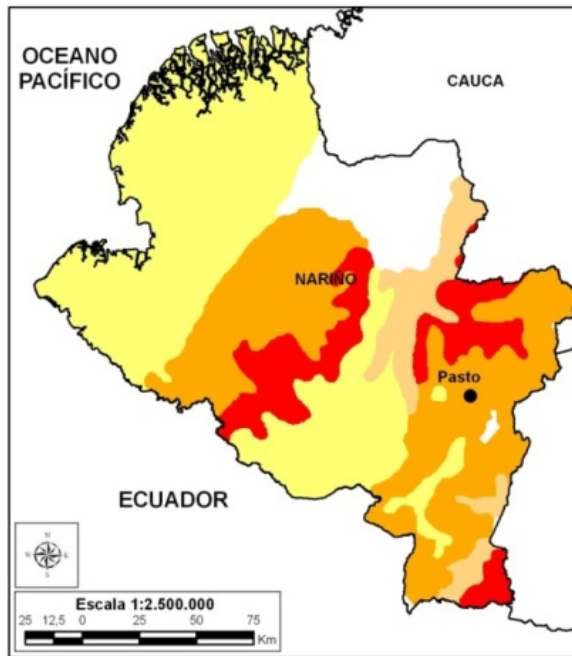
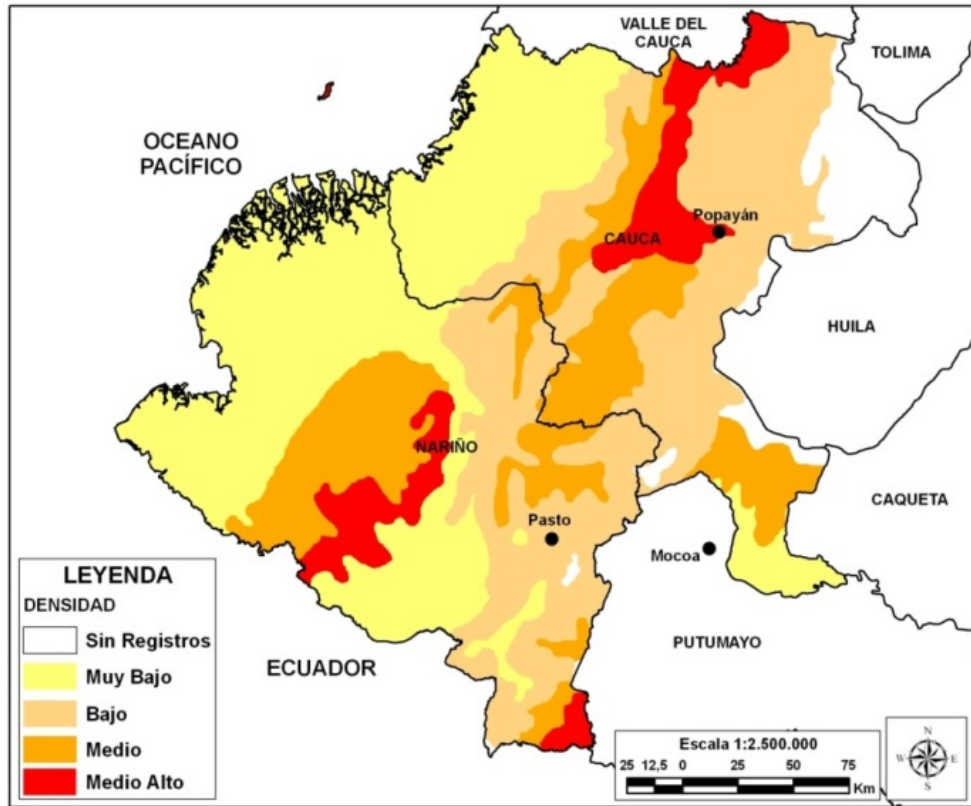
Mapa 17. Densidad de subfamilias en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.



En el departamento de Nariño, la densidad de información de taxones, presenta para subfamilias y para géneros los valores de *Medio – alto* para los siguiente distritos: distrito Awa (10 subfamilias, 58 géneros), distrito Kofán (10 subfamilia y 49 géneros) y distrito Subandino Alto Patía (7 subfamilias y 8 géneros); las menores densidades de información se encuentran en los distritos de distrito Bosques Andinos Nariño Occidental (4 subfamilias y 6 géneros), distrito Paramos Nariño-Putumayo (una subfamilia y un genero) y distrito Tumaco (8 subfamilias y 26 géneros) (ver mapa 15). Este último distrito presenta una buena representatividad de subfamilias y géneros, pero dada la extensión de su territorio, su densidad es *Muy baja*.

En cuanto a la cobertura de estos distritos podemos decir que aquellos que tienen el mayor valor de densidad de información de taxones, ocupan un 12%, mientras que las los distritos cuyas densidades de información de taxones son las mas bajas, ocupan un 48% del departamento.

Mapa 18. Densidad de géneros en distritos geográficos para los departamentos de Cauca y Nariño.



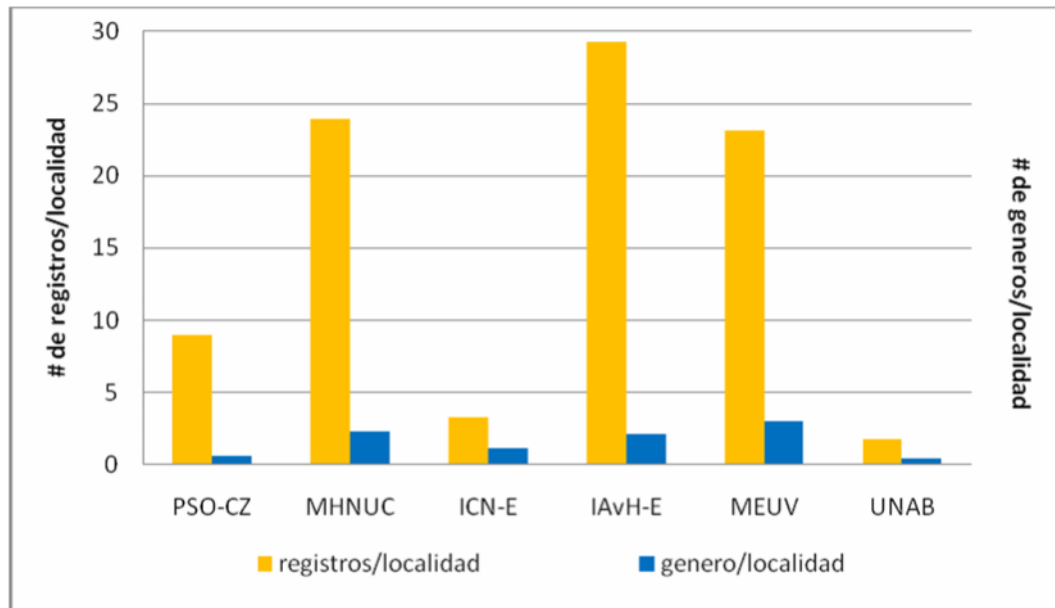
- Intensidad de muestreo en colecciones.

El análisis de intensidad de muestreo en colecciones se realizó en tres aspectos diferentes: Intensidad de muestreo para cada colección; Intensidad de muestreo para cada subfamilia e Intensidad de muestreo para cada unidad de área.

- Intensidad de muestreo para cada colección.

La colección del IAvH-E, presenta el mayor número de registros por localidad, mientras que las colecciones del MHNUC y el MEUV presentan el mayor número de géneros por localidad (ver grafica 10).

Grafica 10. Número de registros/localidad y género/localidad por la colección biológica.



Colecciones como el ICN-E y la UNAB, también se caracterizan por tener esfuerzos de colecta bajos (ver grafica 10), debido a la baja cantidad de registros por localidad que poseen, pero tiene un nivel de representación taxonómica alto a nivel de género, en comparación con el total de individuos que se registran para estos dos departamentos.

Colecciones como la PSO-CZ, el MHNUC y el IAvH tienen un alto número de registro por localidad, pero en las tres colecciones, el número de géneros por localidad es mucho menor que la cantidad de registros por localidad.

- Intensidad de muestreo para cada subfamilia.

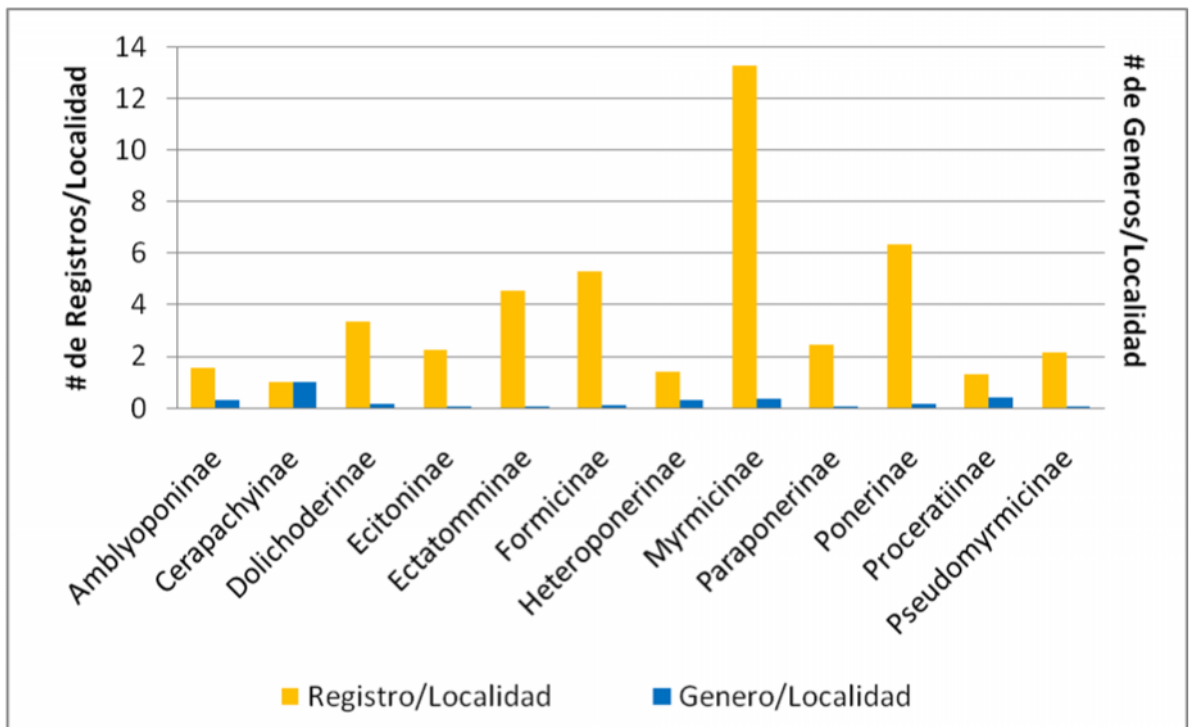
Los valores altos de intensidad de muestreo para cada subfamilia se identifican en la subfamilia Myrmicinae, tanto para géneros por localidad como para número de registros por localidad.

En el caso de las subfamilias Amblyoponinae, Cerapachyinae y Porceratiinae, se presenta una situación que hay que resaltar: Estas subfamilias presentan valores bajos para el número de registros por localidad y altos para número de géneros por localidad. Esto se expresa de la siguiente manera:

La subfamilia Amblyoponinae registran solo dos géneros y 11 registros en siete localidades; la subfamilia Cerapachyinae registra un género y un registro en una localidad y para la subfamilia Proceratiinae se registran tres géneros y nueve registros en siete localidades. Es decir, que aunque la tendencia de la intensidad de información para subfamilias se asocia a que los valores del número de registros por localidad siempre esta por encima del número de géneros por localidad, en el caso de estas subfamilias esta argumentación no aplica, como se puede observar en la grafica 11.

Por otro lado, las subfamilias Pseudomyrmicinae y Paraponerinae solo presentan un genero, independientemente del numero de localidades que se muestreen (ver grafica 11), esto debido a que la subfamilia Pseudomyrmicinae solo reporta un género para Colombia y la subfamilia Paraponerinae esta representada por un sólo género monotípico (Latke, 2004; Arias, 2007).

Grafica 11. Número de registros/localidad y género/localidad por subfamilia.



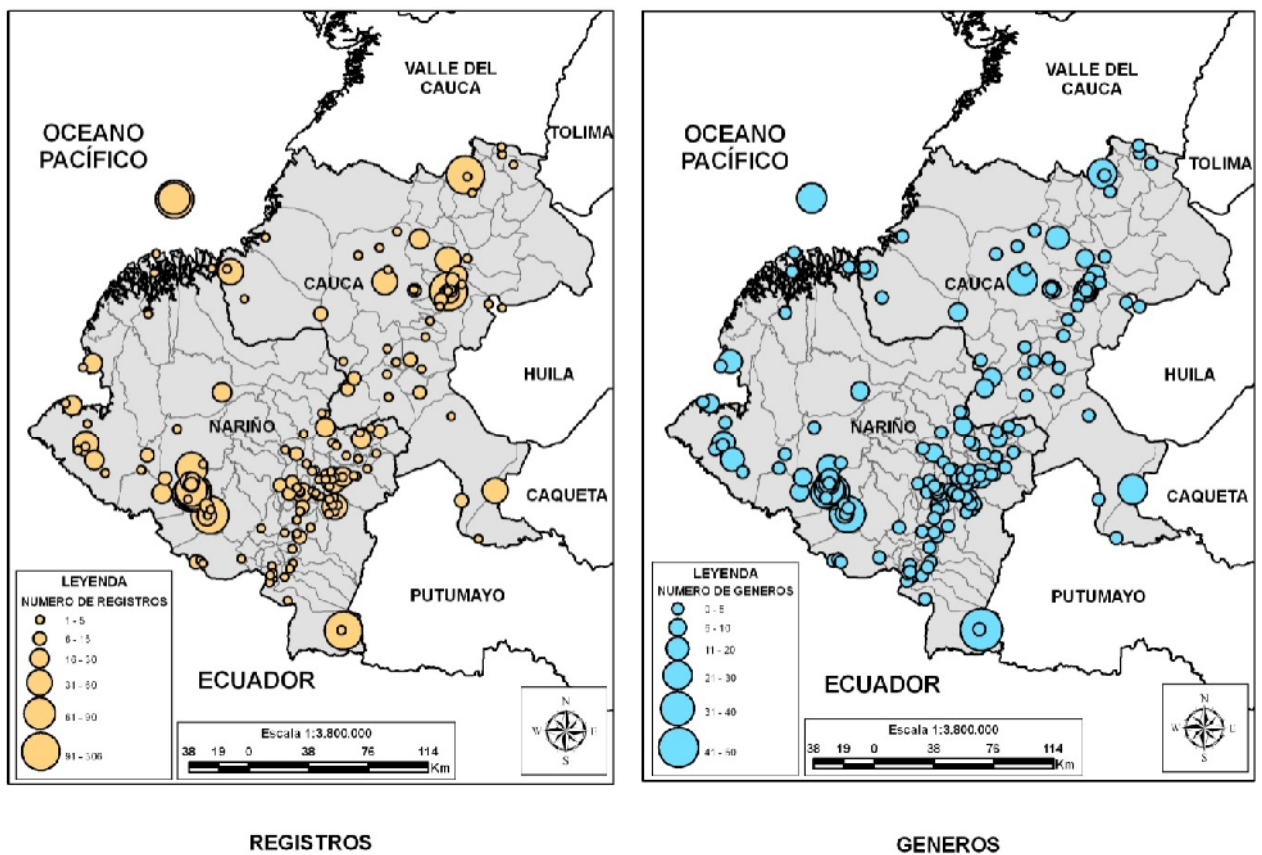
Con relacion a las subfamilias Dolichoderinae, Ecitoninae, Formicinae y Ponerinae, se presenta una intensidad de muestreo acorde con la tendencia en donde el número de registros por localidad supera el número de géneros por localidad.

- Intensidad de muestreo para unidades de area.

Como era de esperarse existe una equivalencia muy fuerte entre le número de registros por localidad y el número de géneros por localidad, ya que entre mayor sea el esfuerzo de colecta realizado por los investigadores en una localidad espesifica, mayor sera el número de géneros que se reporten.

En ambos mapas (ver mapa 19) se aprecia que tanto el número de registros como el número de géneros reportados es bajo.

Mapa 19. Intensidad de muestreo según número de registros y géneros de hormigas por localidad, identificada para los departamentos del Cauca y Nariño.



- Cobertura geográfica de colecciones:

En cuanto a la cobertura geográfica de las colecciones, es la PSO-CZ la que cuenta con la mayor cobertura en área, superando a la colección que le sigue (IAvH) en más de tres veces (ver Tabla 14) La PSO-CZ, presenta los valores más elevados de cobertura geográfica de colecciones, no solo por tener un buen número de registros, sino porque sus colectas se extienden por diferentes partes de los departamentos de Cauca y Nariño en 103 localidades.

Le sigue la colección del IAvH-E, que a diferencia de la PSO-CZ, se ha concentrado en lugares que presentan menor intervención antrópica y que no tienen colectas muy frecuentes por parte de las demás instituciones (ver mapa 20). El IAvH-E cuenta con 30 localidades diferentes de muestreo, pero por ser una institución ajena a la región evaluada presenta un gran porcentaje de localidades evaluadas.

Como se puede observar, los valores de hectáreas asociados a las colecciones biológicas están directamente relacionados al número de localidades muestreadas, aunque esto no tiene nada que ver con el número de registros encontrados, ya que el número de registros no solo se asocia a la intensidad de muestreo sino también a la distribución y biología de la especie.

Tabla 14. Área cubierta por cada colección biológica, en la colecta de formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño.

NOMBRE DE LA COLECCIÓN -ACRÓNIMO	COBERTURA GEOGRÁFICA DE COLECCIONES		
	Has muestreadas en Cauca	Has muestreadas en Nariño	Total de Ha muestreadas
Colección Zoológica P.S.O-C.Z. Colección Entomológica de la Universidad de Nariño PSO-CZ.	367,401 (12.53%)	2513,407 (75.55%)	2880,808
Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca - MHN-UC	447,103 (15.25%)	_____	447,103
Colección de Insectos del instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN-E	56,523 (1.92%)	310,878 (9.34%)	367,401
Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt - IAvH-E	312,72 (10.67%)	508,71 (15.29%)	821,430
Museo de Entomología de la Universidad del Valle - MEUV	169,57 (5.78%)	282,616 (8.49%)	452,186
Museo Entomológico Facultad de Agronomía - UNAB	197,831 (6.75%)	339,14 (10.19%)	536,971
OTRAS	189,003 (6.44%)	339,14 (10.19%)	528,143

Existen dos datos que cabe resaltar:

- La colección de la UNAB que cuenta con 33 registros (ver tabla 5) ocupa el tercer lugar en cobertura geográfica (ver Tabla 14) y es una de las pocas colecciones que tiene registros de especímenes pertenecientes al pacífico continental y la amazonia Cauca.

- La colección MHNUC presenta baja cobertura geográfica a pesar de contar con 383 registros colectados, debido a que todos estos registros se ubican solamente en el departamento del Cauca.

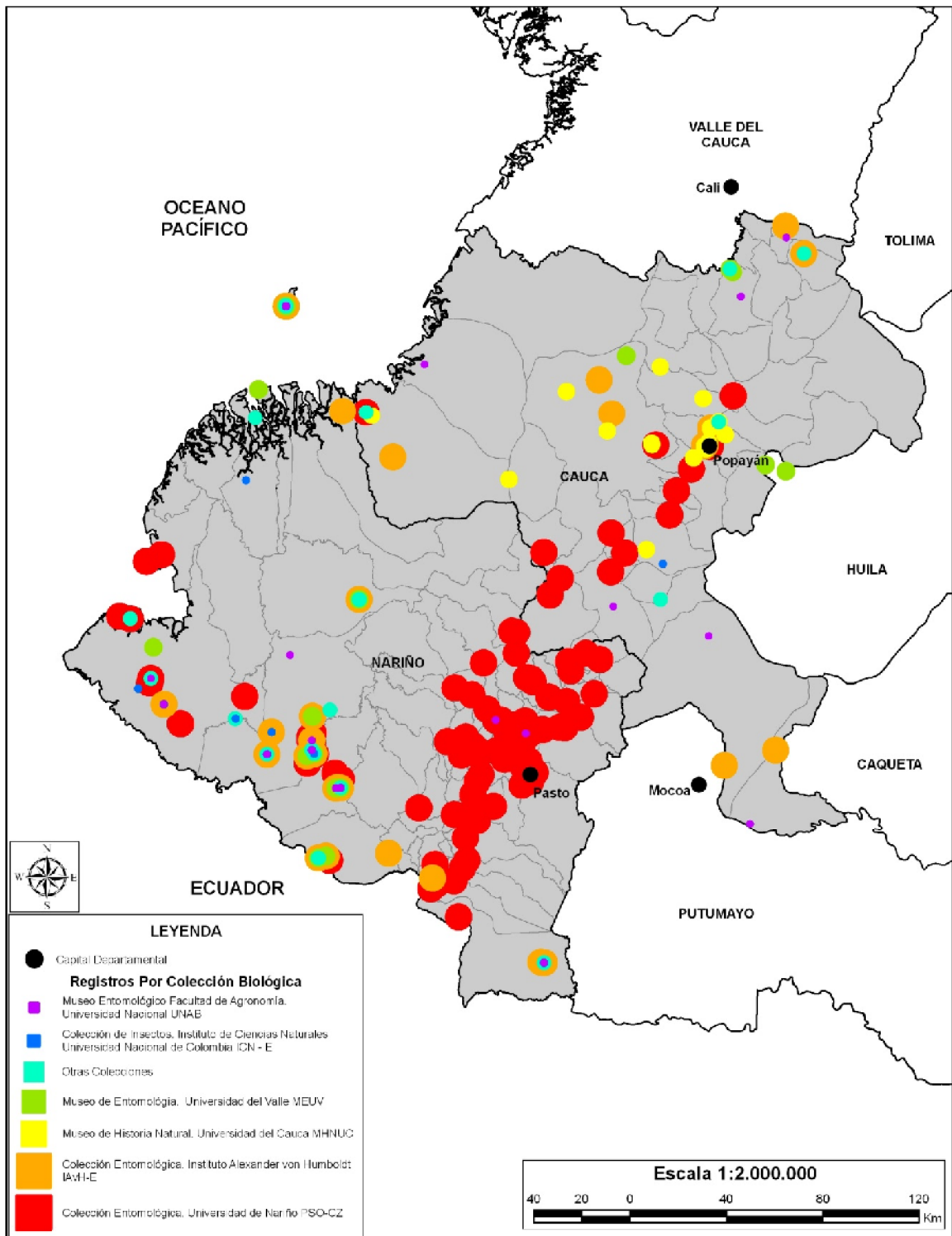
La colección del ICN-E, a pesar de tener un 5.87% de la cobertura de los departamentos de Cauca y Nariño (ver mapa 19), todos sus especímenes se encuentran bien distribuido en ambos departamentos. , aunque esto no implica que tenga una representatividad geográfica alta. Dado el bajo número de registros que presenta esta colección (ver tabla 5) se podría pensar que su representatividad taxonómica es baja (ver grafica 1).

Sin embargo, esta representatividad taxonómica baja se da en comparación con las demás colecciones, porque si se observa la colección de manera individual es importante resaltar, como se aprecia en la grafica 10, que aun teniendo estos 19 registros, el ICN-E tiene un 16,5% de representatividad a nivel de géneros.

En el siguiente mapa se observa la representación de las coberturas geográficas por colecciones para los departamentos de Cauca y Nariño. Este mapa tiene como objetivo visualizar la cobertura geográfica de las colecciones; sin embargo, hay que aclarar que las convenciones se realizaron para evitar que visualmente en el mapa, unas coberturas fueran cubiertas por otras, no obstante las circunferencias de mayor tamaño corresponden a las colecciones que presentan mayor cobertura geográfica.

Para mayor claridad se puede observar el Anexo D3, en el cual se explica como se obtuvo el área de cobertura geográfica para cada colección y el cual corresponde a los valores presentados en la Tabla 14.

Mapa 20. Representación de la cobertura geográfica de colecciones biológicas por número de registros para formícidos pertenecientes a los departamentos de Cauca y Nariño.



6.3.2 FASE II: Priorización de áreas de investigación (análisis SIG, Uso de indicadores de la evaluación de la fragmentación)

Para priorizar áreas de de investigación mirmecológica, fue necesario enfocarnos en aquellas cobertura vegetales naturales presentes en cada bioma y en cada distrito.

Indicadores para la evaluación de la fragmentación:

Para la evaluación de la fragmentación, primero se aplico la cuantificación de configuración espacial a las coberturas vegetales presentes en biomas y en distritos biogeográficos y posteriormente, estos valores fueron categorizados mediante una matriz de valoración, con el fin de determinar que coberturas son más prioritarias en biomas y en distritos biogeográficos (ver Anexo J).

Los indicadores para la evaluación de la fragmentación, permiten determinar, mediante un valor numérico, el estado en que se encuentran los fragmentos dentro de una matriz, midiendo el área, la forma y los bordes de cada fragmento.

La evaluación de la fragmentación fueron aplicados en dos coberturas geográficas diferentes: biomas y distritos.

6.3.2.1 Fragmentación de biomas:

Teniendo en cuenta que en el análisis realizado sobre densidad de información de localidades, se identificaron **biomas** con valores de *Bajo*, *Muy bajo* y *Nulo*; esto nos llevo a denominar estos biomas como vacios de información y a seleccionarlos para la evaluación de la fragmentación.

En este sentido los biomas escogidos para los departamentos de Cauca y Nariño son: OroB Alto Andes, OroB Bajo Andes, HeloB Pacifico-Atrato, OrobAz Valle del Patía, ZHT Amazonia-Orinoquia, ZHT Pacifico-Atrato y ZAST Alto Magdalena (ver mapa 17).

Debido a que los biomas no se fragmentan, el análisis de la evaluación de la fragmentación se aplicó sobre la cobertura vegetal natural presente en los biomas arriba mencionados.

En este orden, la aplicación de la matriz de valoración de fragmentación arrojó los siguientes resultados:

En cuanto al numero de fragmentos se refiere (NP, ver Anexo J), el 47% de las coberturas naturales presentes en los 19 biomas escogidos, presentan un número de fragmentos superior a 50, en donde el Orobioma Bajo Andes con vegetación secundaria presenta el mayor numero de fragmentos, con 294 fragmentos, seguido del Orobioma Alto Andes en la vegetación secundaria, con un total de 92 fragmentos y el Orobioma Alto Andes en los herbazales, también en su vegetación secundaria con 90 fragmentos.

Del mismo modo, el 31.5% de los biomas cuenta con un número de fragmentos inferior a 20 fragmentos, y de este porcentaje, el 75% de ellos presentan un número de fragmentos inferior a 10. Dentro de estos Biomas afectados cabe resaltar de manera importante, que todas las coberturas vegetales naturales presentes en el OroB Valle del Patía, Bosques Naturales, Herbazales y Arbustales, presentan un número de fragmentos (NP) bajos 3,3 y 9 respectivamente; a pesar de tener tan pocos fragmentos, todos ellos ocupan menos del 2% del territorio de este bioma, lo que representa un gran riesgo y lo convierte en un bioma de gran importancia para la conservación.

Con respecto al tamaño medio de los fragmentos (MPS, ver Anexo J), tan solo un 10.5% de las coberturas naturales vegetales cuentan con más de 1300 Ha, y corresponden a Bosques naturales presentes en los Biomas de OroB Bajo Andes y el bioma ZHT Pacífico-Atrato. El 89.5% restante, cuenta con un 64.7% de los fragmentos con tamaños medios inferiores a las 450 Ha, y el restante 35.3% es inferior a 45 Has.

Dentro de estos valores cabe resaltar que tres de los biomas que cuenta con los más elevados números de fragmentos (NP, ver Anexo J) también tienen un tamaño medio de los fragmentos que hace parte de ese 89.5% con menos de 450 Has; estos corresponden a los biomas de: bioma OroB Alto Andes con vegetación secundaria con un tamaño medio de fragmentos de 35.14 Ha, el bioma OroB Bajo Andes con vegetación secundaria con un tamaño medio de fragmentos de 99.38 Ha y finalmente el bioma OroB Alto Andes con Herbazales con 156.66 Ha de tamaño medio de los fragmentos. También se debe tener en cuenta que el coeficiente de variación del tamaño del fragmento (PSCoV, ver Anexo J) que presentan estos tres biomas es medio.

El índice sobre la forma media de los fragmentos (MSI, ver Anexo J) toma medidas entre 1.73 y 3.96, dentro de los cuales, 15.78% de los valores son considerados como altos, y corresponden a los Arbustales del OroB Alto Andes (2.57); seguido de la vegetación secundaria en el bioma ZAST Magdalena (2.60%) y finalizando con los Herbazales del OroB Bajo Andes (3.96).

La mayoría de los biomas se cuentan con formas media más circulares, pues un 47.36% cuentan con valores inferiores a 2.15. Los tres biomas que cuentan con los valores más bajos para este índice corresponden, de manera ascendente al bioma OroBAz Valle del Patía, con las coberturas de bosques naturales (1.73), herbazales (1.77) y arbustales (1.79).

Existen dos biomas cuyas coberturas vegetales solo cuentan con un fragmento. Estos valores corresponden a la vegetación secundaria del ZAST Alto Magdalena y a los Herbazales del OroB Bajo Andes. Pero de la misma manera, son las que cuentan con el MSI más alto, lo que implica que son fragmentos únicos con formas irregulares, lo que genera más dificultad para su conservación o manejo.

Para la media de la dimensión fractal de los fragmentos (MPFD, ver Anexo J), tan solo un 10.52% presenta valores que son considerados como elevados. Estos valores corresponden a los herbazales presentes en los biomas de OroB Bajo Andes (1.32) y OroB Alto Andes (1,47). De estos dos biomas con su respectiva cobertura, el OroB Bajo Andes presenta una situación a resaltar; esta radica en su análisis con respecto a los demás índices evaluados, ya que este índice revela la sinuosidad de sus bordes, pero también los anteriores índices revelaron lo irregular de su forma y que se trata de un solo fragmentos que no ocupa sino el 0.06% del total del bioma presente en los departamentos de Cauca y Nariño, situación que complica su estabilidad y permanencia.

A diferencia del caso anterior encontramos que el 31.57% del valor del MPFD se encuentra dentro de los valores bajos, en donde el segundo valor mas bajo corresponde al HeloB Pacifico-Atrato con sus bosques naturales, que a pesar de tener 79 fragmentos, estos ocupan el 50% del territorio que abarca este bioma. Anexo a esto, su MPFD de 1.24, indica formas no muy sinuosas y su MSI de 1.98, reafirma que sus fragmentos no son tan irregulares, lo que permite presumir que este tipo de bioma y u cobertura vegetal de bosques naturales no se encuentran con una situación de fragmentación elevada y por lo tanto es mas fácil de manejar la situación.

El índice de la media de la dimensión fractal ponderada (AWMPFD, ver Anexo J), presentan los niveles de alto, medio y bajo distribuidos de manera equitativamente; es así como un 31.57% se encuentra en la categoría de Bajo, un 31.57% esta en la categoría de Medio y un 36.84% hace parte de la categoría de Alto. En este caso cabe destacar el OroB Bajo Andes con sus herbazales, que cuentan al igual que en el MPFD con los valores muy elevados, lo que reafirma lo sinuosos e irregulares que son los bordes de los fragmentos de este bioma.

Una vez concluidas estas observaciones, y valorando cada uno de los índices según la importancia que representan para la fragmentación, se priorizaron las siguientes coberturas en sus respectivos biomas:

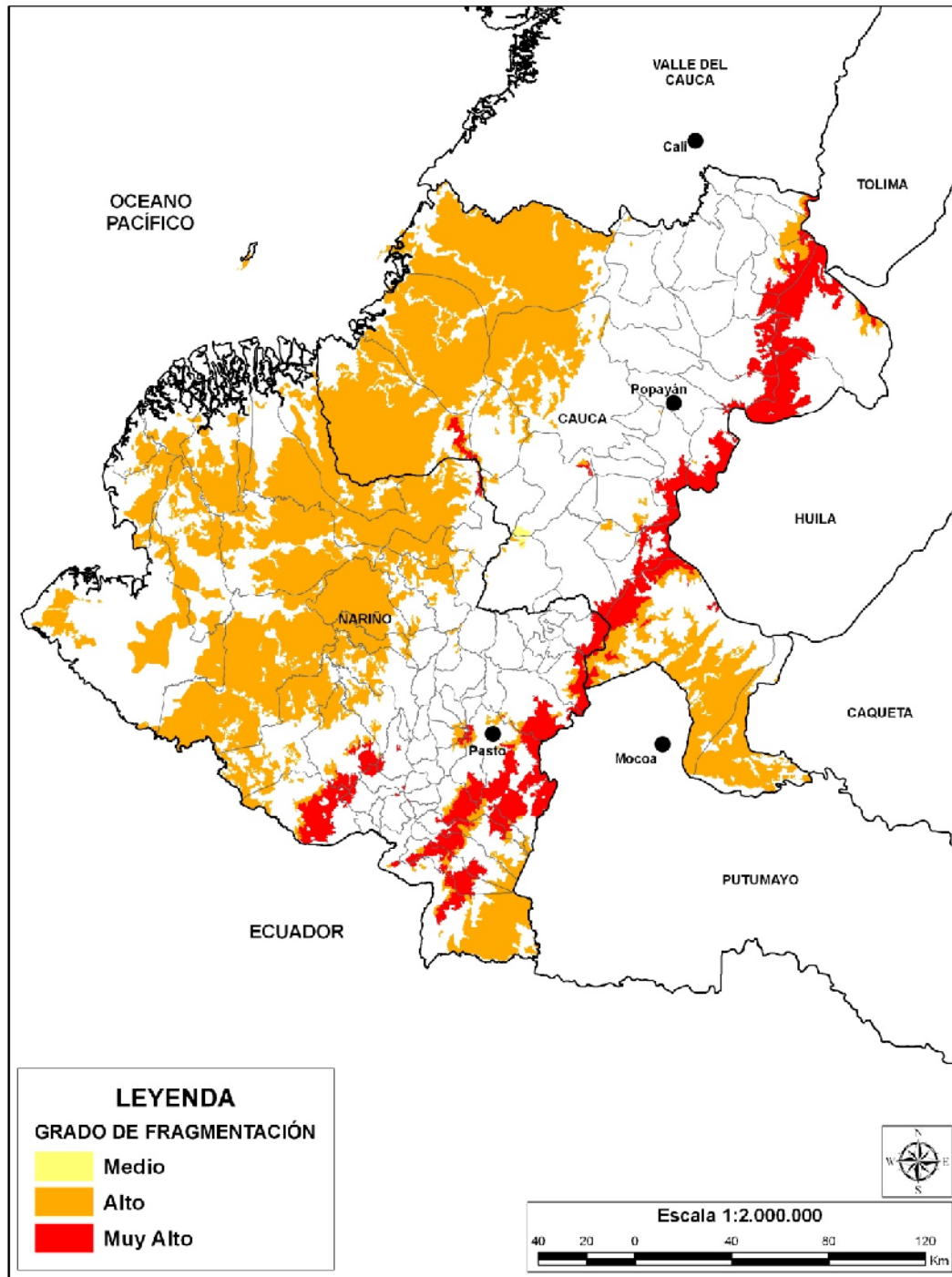
Presentaron una fragmentación **Alta**: Vegetación Secundaria del bioma OroB Valle del Patía; Herbazales del bioma Orobioma Bajo Andes y Arbustales, Herbazales y Vegetación secundaria del bioma OroB Alto Andes y (ver mapa 21).

De manera descendente, las coberturas vegetales, discriminadas por biomas, que obtuvieron una fragmentación **media** son: Vegetación secundaria del bioma ZAST Alto Magdalena; Vegetación secundaria del bioma OroB Bajo Andes; Vegetación secundaria del bioma ZHT Pacífico-Atrato; Vegetación secundaria del ZHT Amazonia-Orinoquia; vegetación secundaria del bioma HeloB Pacifico-Atrato; Bosques naturales en el bioma OroB Alto Andes; Bosques naturales en el bioma OroB Bajo Andes; Bosque naturales en el OroB Valle del Patía; Arbustales del bioma OroB Valle del Patía.

Valle del Patía; Arbustales del bioma OroB Bajo Andes y Bosques naturales en el bioma HeloB Pacífico-Atrato (ver mapa 21.a).

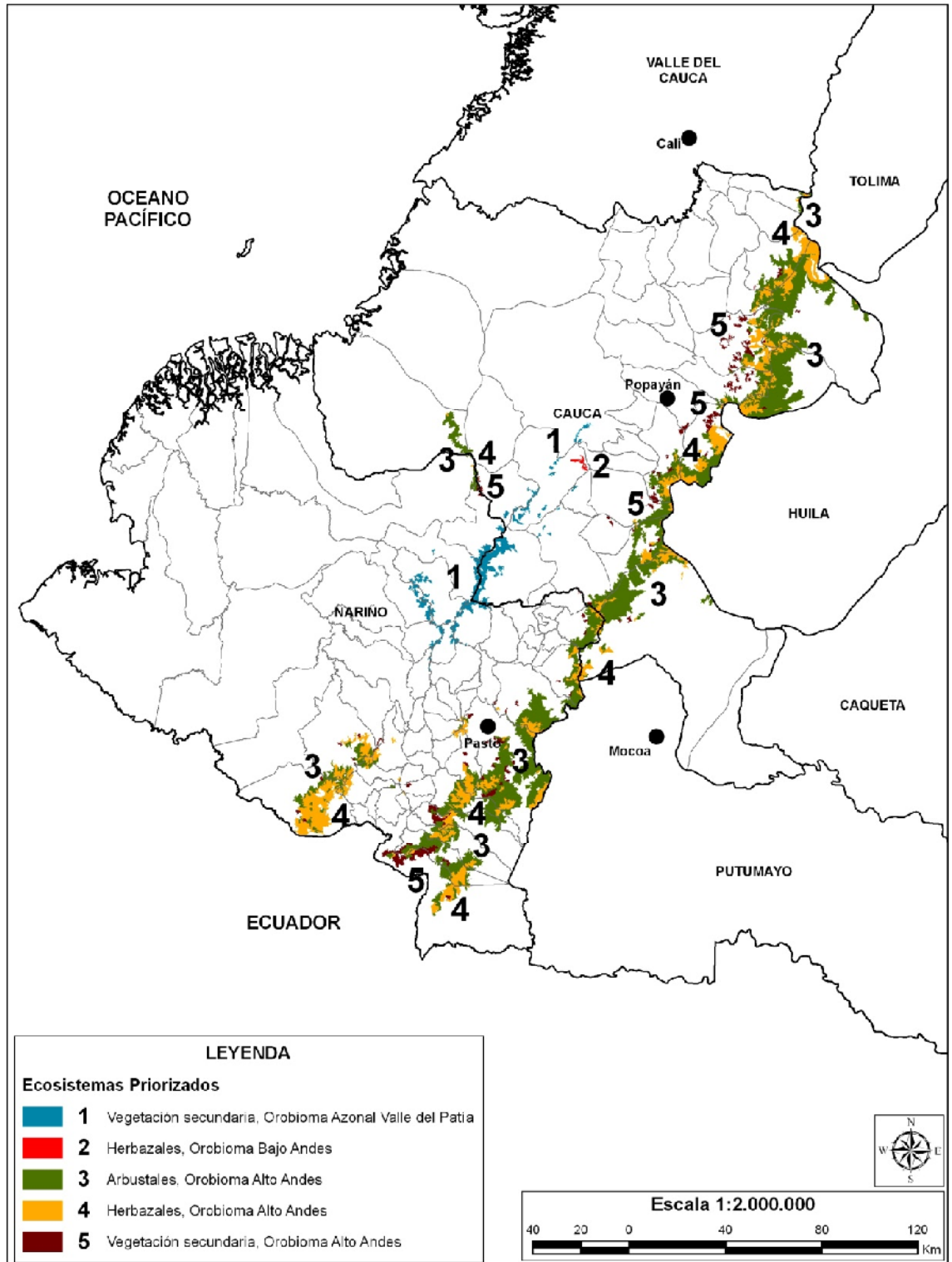
Finalmente, solo se obtuvo una cobertura vegetal con fragmentación **baja**, correspondiente a la cobertura de Herbazales, en el bioma OroB Valle del Patía y los bosques naturales de los biomas de ZHT Pacífico-Atrato y el ZHT Amazonia-Orinoquia (ver mapa 21.a).

Mapa 21. Grado de fragmentación en Biomas de los departamentos de Cauca y Nariño.



Del siguiente mapa es importante resaltar que todos los biomas son importantes, debido a sus características biofísicas y geográficas; por lo tanto deben ser considerados como prioritarios para la investigación de formicidos en los departamentos de Cauca y Nariño.

Mapa 21.a Biomas de los departamentos de Cauca y Nariño priorizados por su alta fragmentación.



En cuanto a la riqueza, diversidad y similitud de los biomas hallados como prioritarios, se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 15. Composición de los Biomas prioritarios de los departamentos de Cauca y Nariño

BIOMAS	Riqueza (REN)	Diversidad (SDI)	Similitud (SEI)
OroB Alto Andes	12	1,7830	0,7175
OroB Bajo Andes	12	1,2549	0,5050
OrobAz Valle del Patía	8	1,1286	0,5428

El OroB Alto Andes, a pesar de tener la misma riqueza que el OroB Bajo Andes, la diversidad y similitud son muy diferentes, hecho que permite

6.3.2.2 Fragmentación de distritos:

Para el cálculo y la evaluación de la fragmentación en distritos, se aplicó la evaluación de la fragmentación, sobre aquellas áreas en las cuales la densidad de información por localidades en distritos, presentaron los valores de *Bajo*, *Muy Bajo* y *Nulo*.

Estos distritos son: distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle, distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo - Nariño, distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila, distrito Bosques Andinos Nariño Occidental, distrito Florencia, distrito Micay, distrito Paramos Nariño-Putumayo, distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima, distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle, distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca, distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central y distrito Tumaco (ver mapa 13 y Tabla 16).

Dentro de estos 13 distritos, se evaluó que tan fragmentada se hallaba la cobertura vegetal natural en cada uno de ellos, teniendo en cuenta que, no todos los distritos cuentan con las tres coberturas vegetales naturales que fueron evaluadas.

A partir de los índices aplicados se pudo obtener la siguiente información:

De los 45 distritos con sus respectivas coberturas vegetales que fueron evaluados, el 15.55% presentaron un número de fragmentos (NP) superior a 47 fragmentos, encasillándose en la categoría de *Alto*. Dentro de este porcentaje, se denota una tenencia, ya que un 71.42%, corresponde a coberturas vegetales de vegetación secundaria presente en los distritos de: Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca, Distrito Tumaco, Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle, Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental y Distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle.

Seguido a lo anterior, el 48.88% de distritos, entraron en la categoría *Medio*, al tener entre 11 a 36 fragmentos dentro de los distritos. De estos fragmentos, el 36.36% de ellos cubre menos del 10% de área de la cobertura geográfica de cada distrito.

Finalmente el numero de fragmentos (NP) correspondiente a la categoría de *Bajo* alberga al 35.55% de los distritos evaluados con sus respectivas coberturas vegetales. En esta categoría, se cuenta con distritos cuyas coberturas vegetales se encuentran con uno a diez fragmentos. Desafortunadamente, el 75% de esta categoría cubre menos del 10% del área del bioma en que se encuentra.

En cuanto al tamaño medio de los fragmentos (MPS, ver Anexo J) el 11.11% corresponde a los tamaños más pequeños. Estos distritos corresponden a los herbazales del Distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle, y del distrito Micay, y los Arbustales del distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño. Estos tamaños varían entre una y trece Ha.

Este porcentaje corresponde a zonas que cuentan con pocos fragmentos y cuya cobertura en porcentaje del distrito evaluado también es poca, ya que oscila entre el 0.17% y el 0.20% el territorio de cada distrito. Esto pone en riesgo estos distritos, por la fragilidad que pueden presentar en el momento de su manejo y recuperación.

Tan solo un 8.88% cuentan con MPS elevados, y son estos fragmentos de gran tamaño que de manera ocupan la mayor porción del territorio evaluado. Es así como las tres coberturas vegetales con sus respectivos distritos que tienen los MPS más altos, ocupan, cada una, más del 83% del distrito al que corresponden. Estos son los bosques naturales del distrito de Micay, distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca y distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño.

En cuanto al coeficiente de variación del tamaño del fragmento (PSCoV), los fragmentos que cuentan con la menor variación corresponden son al mismo tiempo, aquellos que tiene la menor cobertura sobre sus respectivos distritos (24.44%) y cuentan con el menor numero de NP (28.88%). También es importante tener en cuenta que todos los distritos con sus respectivas coberturas vegetales, que cuentan con los MPS mas bajo (11.11%), presentan también los valores mas bajos en cuanto al PSCoV.

En cuanto a la forma media de los fragmentos (MSI), se presentan un 33.33% de datos que oscilan entre los valores de 1.49 y 1.88; le sigue con un porcentaje del 40% un MSI para los distritos que varia entre 1.90 y 2.16; finalmente, presentando valores entre los 2.18 y 2.86 tenemos un 26.66% de los fragmentos evaluados. Comparando esto con el resto de los índices se observa que dos de las coberturas vegetales en sus respetivos distritos que cuentan con el mayor NP, también presentan valores elevados para MSI, lo que indica que los fragmentos hallados cuentan con formas muy irregulares y por lo tanto ponen en mayor riesgo de fragmentación este tipo de distrito y de esta cobertura. Esto corresponde

a la vegetación secundaria presente en el distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle y a los bosques naturales presentes en el distrito de Tumaco. También es importante resaltar que los arbustales del Distrito Micay, solo cuentan con un fragmento que ocupa el 0.09% del distrito y que a demás cuenta con un MSI de 2.43, ubicándose dentro de las coberturas vegetales con su distrito, que presenta una de las formas mas irregular de todas las evaluadas.

La media de la dimensión fractal de los fragmentos (MPFD) cuenta con un 17.77% de los datos que se catalogan como altos, es decir que se acercan mas a fragmentos con bordes sinuosos; un 24.44% que son considerados como bajos, es decir que son los valores que mas se aproximan a uno y por tanto cuentan con bordes de fragmentos mas definidos y circulares. El restante 57.77% se encuentran en estado medio. El 33.33% de los fragmentos que presentaban un MSI elevado, es decir, que sus fragmentos presentan formas irregulares, también presentan un MPFD elevado, lo que puede ponerlos en riesgo y generar que aquellas formas aceleren el proceso de transformación de estos parches y por tanto de la fragmentación desaparición de la biodiversidad. Tan solo un 16.66% de los fragmentos con formas irregulares presentan MPFD bajos.

De manera muy similar a lo descrito anteriormente en el MPFD ocurre con la media de la dimensión fractal ponderada (AWMPFD), ya que en su mayoría (50%), los fragmentos que presentaron valores elevados para el MSI, también presentaron valores altos para el AWMPFD, lo que corrobora la afirmación anterior de la importancia de poner atención inmediata y completamente oportuna a aquellos fragmentos que presentan formas irregulares con bordes sinuosos.

Los resultados de la evaluación de la fragmentación son los siguientes:

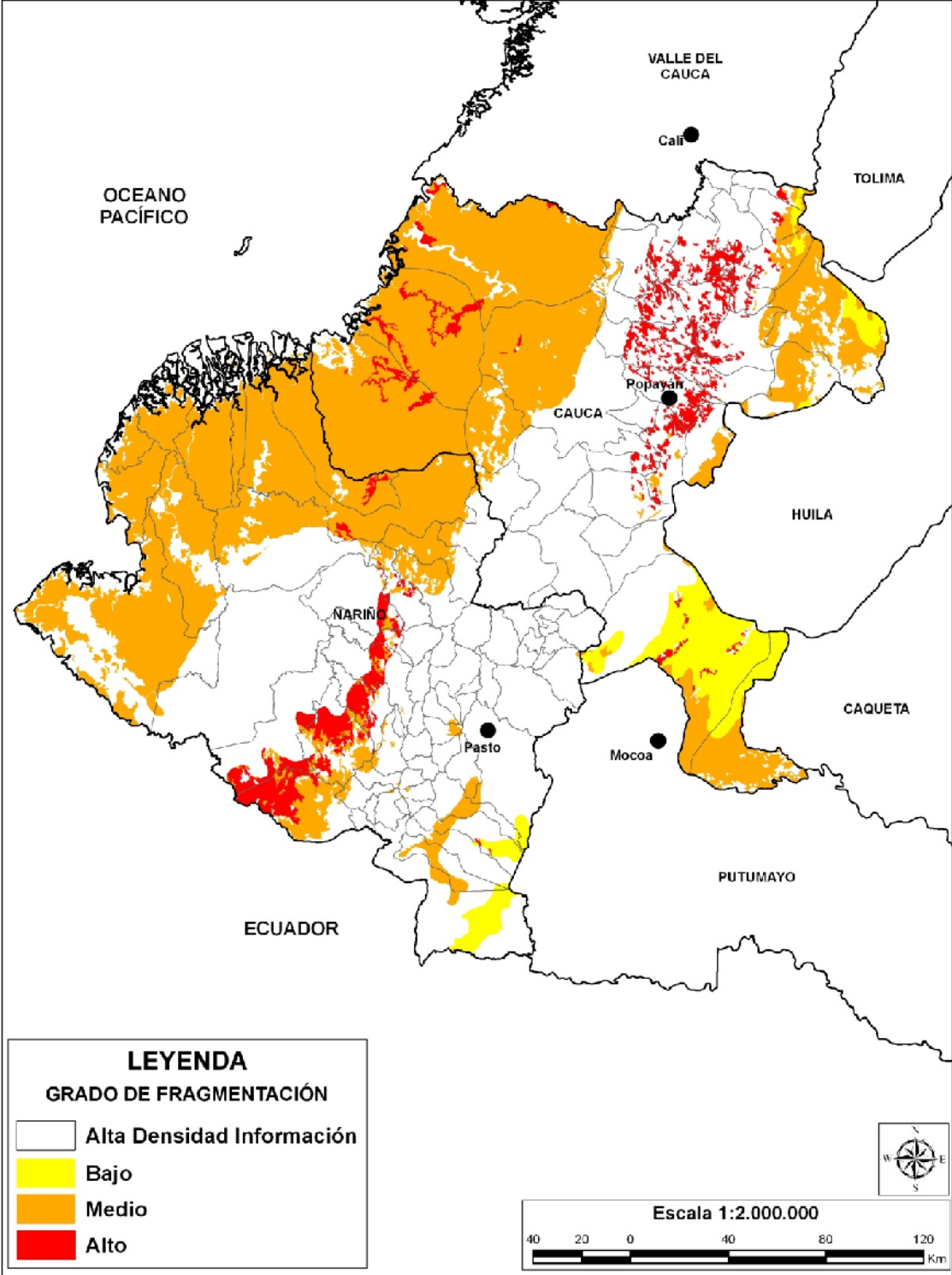
Las coberturas vegetales con fragmentación **Alta**, corresponde a los vegetación secundaria del distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño; seguida de la vegetación secundaria de los distritos de Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle y el distrito Micay; y finalmente los bosques naturales del distrito Bosques Andinos Nariño Occidental (ver mapa 22).

Le siguen de forma descendente, dentro de la categoría de **Medio** las siguientes coberturas vegetales con sus respectivos distritos: vegetación secundaria en los distritos de Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño y el distrito Micay; herbazales en el distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle; bosques naturales en el distrito Tumaco; le siguen de forma descendente los Arbustales presentes en los distritos de Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental y el Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima; siguen los bosques naturales presenten en los distritos de Distrito Tumaco, Distrito Micay, Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle; luego los herbazales del distrito Micay; continúan la vegetación secundaria en los distritos de

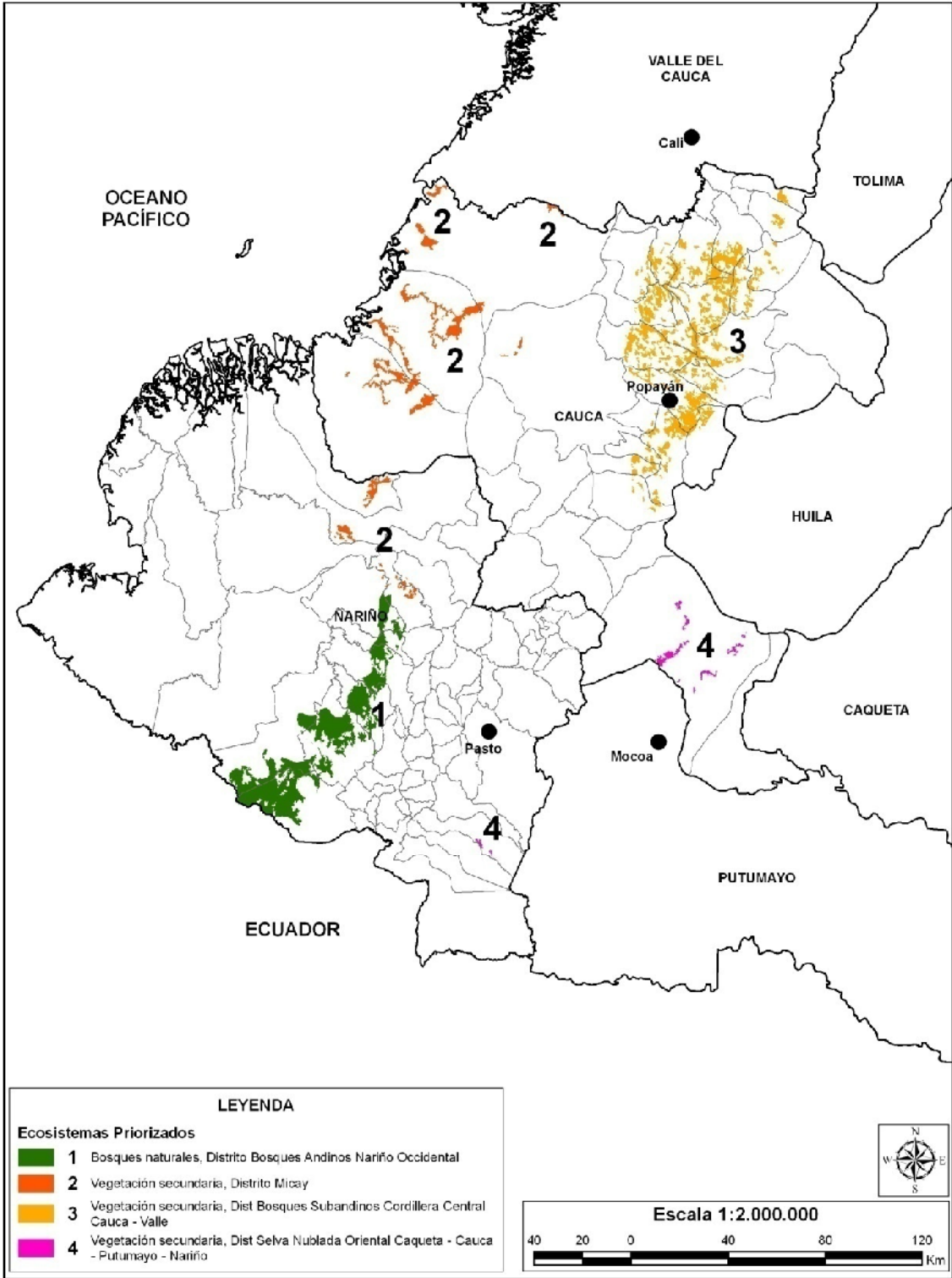
Distrito Selva Andina Cordillera Occidental. Cauca y Valle, Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca y el Distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central. Seguido continúan los Arbustales del Distrito Micay, del Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle y del Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca; siguen los bosques naturales del Distrito Florencia; luego los Herbazales del Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental y la vegetación secundaria de los distritos de Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental, del Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima y del Distrito Tumaco. Continúa descendiendo en valores, los Arbustales de los distritos de distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle y distrito Paramos Nariño-Putumayo; siguen los herbazales de los distritos de distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila, del distrito Paramos Nariño-Putumayo y del distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle; y la vegetación secundaria del distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila. Finalmente tenemos los Arbustales de los distritos de distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño y del distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila; seguido de los bosques naturales de los distritos de Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca y del Distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central; siguen los herbazales del Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima y termina con la vegetación secundaria del distrito Florencia y el distrito Paramos Nariño-Putumayo (ver mapa 22).

Finalmente en la categoría de fragmentación **Bajo** encontramos la cobertura vegetal natural de Arbustales del Distrito Subandino Oriental Sur Cordillera Central; seguidos de los Boques naturales en los distritos de distrito Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle, Distrito Paramos Nariño-Putumayo y Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle – Tolima; le siguen de forma descendente los bosques naturales del distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca – Huila y finalmente los bosques naturales del distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño (ver mapa 22).

Mapa 22. Grado de fragmentación en Distritos de los departamentos de Cauca y Nariño



Mapa 22.a Distritos de los departamentos de Cauca y Nariño priorizados por su alta fragmentación.



La composición del área correspondiente a los distritos hallados como prioritarios para los departamentos de Cauca y Nariño presenta los siguientes valores:

Tabla 16. Composición de los Distritos biogeográficos prioritarios de los departamentos de Cauca y Nariño discriminado por coberturas geográficas.

DISTRITOS	Riqueza (REN)	Diversidad (SDI)	Similitud (SEI)
Bosques Subandinos Cordillera Central Cauca – Valle	13	1,6108	0,6280
Bosques Andinos Nariño Occidental	9	1,6290	0,7414
Micay	9	0,4595	0,2091
Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo - Nariño	5	0,2294	0,1426

7. DISCUSIÓN

La fase I, referida en la evaluación de la información, permitió conocer la riqueza de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño, evaluar el potencial de información de formícidos presentes en estos departamentos, y al mismo tiempo evaluar la calidad de esta información en cuanto a su representatividad, complementariedad entre colecciones y museos y la completitud de los datos que en ellas se encuentran.

7.1 RIQUEZA DE FORMÍCIDOS A NIVEL DE GÉNERO PARA LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO.

El neotrópico cuenta aproximadamente con 2900 especies de formícidos descritas, por lo tanto es la región geográfica más rica en formícidos en el mundo. Colombia, por su posición geográfica y relaciones con diferentes regiones adyacentes es uno de los países del neotrópico más ricos en mirmecofauna¹²³; se reportan más de 10 subfamilias, 37 tribus, 91 géneros y 829 especies, lo que equivale al 83% de todos los géneros neotropicales conocidos. En cuanto a especies se refiere, Colombia cuenta con el 9% reportado para el mundo y un 33% de hormigas conocidas para el neotrópico¹²⁴.

En relación con la diversidad de formícidos de Colombia, el departamento del Cauca reporta un 65% de los géneros, mientras que Nariño cuenta con un 77% (ver Tabla 9); esta riqueza se debe a que los dos departamentos cuentan con influencia de tres de las 9 unidades biogeográficas identificadas para el país; unidades que han sido definidas con base en criterios fisionómicos de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas y en los componentes de la biota. De estas tres unidades, Nariño y Cauca se subdividen en 33 distritos biogeográficos¹²⁵ correspondientes a tres grandes regiones: la pacífica, la amazónica y la andina.

¹²³ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

¹²⁴ FERNÁNDEZ, F., et al. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. En: ANDRADE-C, G., AMAT, G., Y FERNÁNDEZ, F. (ed.). Insectos De Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1996. Colección Jorge Álvarez Lleras No 10. Coedición con el centro editorial Javeriano. Santa fe de Bogotá. Colombia.

¹²⁵ HERNÁNDEZ, J., A. HURTADO, R. ORTIZ Y T. WALSCHBURGER. Unidades Biogeográficas de Colombia. En: HALFFTER, G. (compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. 1992. volumen especial. 105-151 p.

En esta investigación, el departamento de Nariño presenta mayor número de géneros debido a que la intensidad de muestreo ha sido superior que la que se presenta en el departamento del Cauca. Esto se evidencia en el número de localidades muestreadas correspondientes a cada departamento; es así como el Cauca cuenta con 52 localidades muestreadas, mientras que Nariño lo supera con más del doble de localidades, reportando 117 lugares muestreados.

7.2 EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DE FORMÍCIDOS PARA LOS DEPARTAMENTOS DE CAUCA Y NARIÑO

Particularmente, en la construcción de la base de datos de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño que después del proceso de planear, identificar, analizar, comparar, evaluar, verificar, concluir y proponer, es importante resaltar los siguientes aspectos:

En este estudio, la mayoría de la información asociada a los especímenes, contaban con datos de colecta heterogéneos, llegando incluso a omitir datos muy importantes referentes a la localidad, colección en que fue depositada o a la fecha de colecta.

La dificultad y la preocupación ante esta situación, radica en que la literatura es la evidencia pública de la existencia de estas especies, lo que permite que más gente conozca lo que existe y que los estudios en este grupo animal avancen; lo grave de la ausencia de especímenes registrados en literatura y que posteriormente no aparecen en las colecciones radica en que son los especímenes de las colecciones la evidencia física del estudio, y sobre ellos se realizan las modificaciones, aclaraciones, evaluaciones, descripciones y verificaciones, y no sobre el registro bibliográfico.

En cuanto a las falencias relacionadas a la ubicación geográfica de un ejemplar, se generan dificultades en la proyección de la distribución de las especies o de los géneros de formícidos, ya que estos datos pasan de los especímenes colectados a las publicaciones y en caso de haber donaciones a otros museos, el error geográfico también queda y se empieza a perpetuar.

Los porcentajes de información provenientes de literatura para formícidos en los departamentos de Cauca y Nariño, de alguna manera señalan la poca producción bibliográfica; situación que genera un desconocimiento sobre los estudios realizados y conlleva a la generación de muestreos repetitivos en determinados lugares y a la ausencia de análisis comparativos entre muestreos del mismo lugar.

En las publicaciones revisadas sobre formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño, prevalecen los artículos relacionados con inventarios (50%), seguidos por investigaciones en temas relacionados con distribución de especies (33.33%), la ecología

(12.5%), o historia natural (4.16%). En cambio, algunos temas aun no han sido estudiados para esta región, como son los relacionados con comportamiento social, bioquímica y feromonas, entre otros.

Esta prevalencia de estudios relacionados con inventarios esta asociado directamente que son investigaciones de tipo exploratorias; por lo que surge la necesidad de crear información básica para poder sentar bases de estudios más profundos.

Los estudios de distribución de especies le siguen en porcentaje, dado que este tipo de investigaciones se basan en información secundaria y en material ya colectado, por lo tanto, los inventarios son los insumos básicos de este tipo de investigaciones.

Del mismo modo, investigaciones relacionadas con ecología, etología y bioquímica del comportamiento requieren de antemano conocer las especies propias de una zona y su distribución, para poder determinar la influencia de patrones estudiados.

A pesar de esto, cada fuente de información bibliográfica representa una contribución diferente al conocimiento sobre formícidos para estos departamentos.

Todo lo anterior ha contribuido a un desconocimiento o desinformación de los patrones y los procesos que afectan la diversidad principalmente en una escala temporal y a una identificación inoportuna de de las amenazas sobre la biodiversidad y por lo tanto una lenta y limitada capacidad para dar respuesta ante eventos que afecten la conservación de las especies¹²⁶.

7.2.1 Indicadores de representatividad.- Como se observa según la revisión realizada a los diferentes museos, el número de registros es muy fluctuante, pero se mantiene una representatividad considerable de especímenes de formícidos de los departamentos de Cauca y Nariño en las diferentes colecciones del país.

Los indicadores de representatividad taxonómica para subfamilias fueron de 100% ya que esta categoría taxonómica (subfamilia) abarca un grupo grande de organismos. Entre más se especifica en el taxón, la representatividad empieza a descender.

Para la categoría de géneros, los valores en comparación con los estimados a nivel nacional presentan una representatividad taxonómica de un 64.83% para el departamento

¹²⁶ SUÁREZ-MAYORGA A. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). Una estrategia para apoyar la conservación de la biodiversidad de nuestro país, Administradora líder de datos e información, Equipo Coordinador SiB. [Presentación en ppt en línea]. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt. 2007. Disponible en Internet: olla.berkeley.edu/ornisnet/files/IntroSiB%20General%202007.ppt

del Cauca y un 76.92 para el departamento de Nariño, teniendo para la región en general una representatividad del 85.7%.

Estos valores se presentan aun cuando la mayoría del territorio en estudio se encuentra inexplorado o vagamente explorado, y cuando estos lugares son centros de endemismos y de megadiversidad¹²⁷.

Quedan sin reportarse para los departamentos 13 géneros del total de los registrados para Colombia, sin que esto implique que no se encuentran distribuidos dentro del territorio en estudio. De ser muestreado de manera sistemática todo el territorio en estudio, se alcanzarían porcentajes mas elevado de los ya reportados en este estudio, aproximándonos o superando al 100%.

Ya en lo relacionado con la representatividad geográfica, la distribución de los registros dentro de la zona de estudio se halla directamente relacionada con varios factores importantes: el acceso a los lugares de muestreo, la oferta de una alta diversidad de organismos y la situación de orden publico basado en relaciones de conflicto por la tierra.

En los departamento de Cauca y de Nariño, esta zona se concentra en la región de los andes, pues debido a sus condiciones climáticas, físicas y biológicas es una zona apta para la practica de la agricultura y esto conlleva a un mayor crecimiento poblacional alrededor de estas zonas.

Dentro de las colecciones de hormigas más importantes del país, se encuentra la colección de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-E), de la Universidad del Valle (MEUV) y el Instituto Humboldt (IAvH). Pero es la colección del IAvH, la que tiene mayor representatividad taxonómica y geográfica a nivel nacional y para los departamentos de Cauca y Nariño.

Esto se debe a que desde 1993 asumió las funciones del antiguo Instituto Nacional de Recursos Naturales – INDERENA, poniéndose al frente del inventario nacional de biodiversidad en el año de 1995¹²⁸ y monitoreando diferentes regiones del país con el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA, que es un proyecto del Programa

¹²⁷ BIODIVERSITY SCIENCE UNIT. Conservation international. [online]. 2007. (citado junio de 2009) Disponible en Internet: <http://andescbc-bsu.org/andesespanol.html>.

¹²⁸ Proyectos Insectos de Colombia. **Grupo De Exploración Y Monitoreo Ambiental**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Contacto responsable: ARIAS, D. Disponible en Internet: <http://araneus.humboldt.org.co/insectos/index.html>.

de Inventarios de Biodiversidad ¹²⁹; sumado a esto, realizaron el proyecto “Insectos de Colombia” en el año 1998¹³⁰ y actualmente está creando una colección de referencia para el Neotrópico, que ya cuenta con alrededor del 94% de los géneros neotropicales y una colección de géneros del mundo con aproximadamente el 40% de los géneros¹³¹ (Fernández, 2000), constituyéndose en el respaldo material del trabajo del Inventario Nacional de la Biodiversidad del País¹³².

La información recopilada por el IAvH, es muy importante, pero son muy pocos los especímenes duplicados que se encuentran en las demás colecciones. Esto debido a la poca cantidad de ejemplares recolectados, a las condiciones de almacenamiento o a las gestiones realizadas por las demás colecciones.

Un ejemplo de esto ocurre con géneros como *Amblyopone*, que cuenta con dos registros en dos localidades diferentes pero no tiene duplicados. Los únicos ejemplares se encuentran en el IAvH-E.

Otro caso es el genero *Lenomyrmex* que solo se halla en la colección del MEUV y del ICN. El resto de duplicados se encuentran repartidos entre colecciones de los Estados Unidos, Londres, Venezuela, Suiza y Brasil.

Finalmente *Carebara*, *Cerapachys*, *Daceton*, *Mycocepurus*, entre otros, son registros que solo cuenta con un ejemplar reportado para la colección del IAvH-E, sin duplicados en las demás colecciones.

Este no es el único inconveniente que existe con el intercambio de información, es decir, el problema surge porque las instituciones más pequeñas y las colecciones regionales tampoco aportan duplicados a las colecciones de carácter nacional.

¹²⁹ÁLVAREZ M., et al. Curso de capacitación métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad con grupos indicadores. Programa de inventarios, grupo de Exploración y monitoreo ambiental – GEMA. Instituto Alexander von Humboldt IAvH, Vila de Leyva, 2004.

¹³⁰ CAMPOS, Diego Y FERNÁNDEZ, Fernando. Diversidad de Insectos en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt; Bogotá D.C, Colombia. En: Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES 2002. COSTA, C., et al. (Eds.). Zaragoza, 2002. Sociedad Entomológica Aragonesa 297-300 p. ISBN: 84-922495-8-7

¹³¹ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

¹³² Proyectos Insectos de Colombia. **Grupo De Exploración Y Monitoreo Ambiental**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Contacto responsable: ARIAS, D. Disponible en Internet: <http://araneus.humboldt.org.co/insectos/index.html>.

Esto se debe a una falta de cultura de intercambio de especímenes, lo que genera desinformación y duplicación en esfuerzos de muestreos y de colectas, minimizando la efectividad de los muestreos y dejando a un lado regiones completamente inexploradas.

De estas dos representatividades, fue la geográfica la que presente mayor dificultad en el momento de su validación y verificación, debido a la dificultad con que cuentan algunas personas para acceder a algún equipo de georeferenciación o a la ausencia de protocolos que exijan al colector la toma de datos relacionados con la ubicación del espécimen colectado y la precaución del mismo en el momento de la colecta.

A pesar de ser fácilmente colectables, conspicuos, comunes y de su sencilla forma de transportarse, el número de colectas es reducido, escaso y se limita a lugares asociados con vías principales y centros poblados, reduciendo de esta forma la representatividad geográfica y la taxonómica. Unido a esto, la falta de publicaciones evidencia una estrategia de colecta al azar, lo que muestra falta de proyectos desarrollados en este grupo animal y la ausencia de personal interesado y capacitado en trabajos relacionados con la familia Formicidae ya sea de carácter de inventariado o en investigaciones más específicas.

Estas colectas al azar conllevan al registro de una distribución espacial agregada y heterogénea, más asociada a las facilidades de colecta de los investigadores que como respuesta a patrones biológicos de las especies, lo que impide la realización de estudios comparativos o asociados a la distribución de las especies.

Uno de los principales productos a obtener cuando se sistematiza la información correspondiente a la biodiversidad es la presentación de estrategias y propuestas de conservación como lo adelanta actualmente el IAvH mediante la publicación de los libros Rojos. Igualmente, el Instituto Humboldt implementó el Sistema de Información en Biodiversidad – SIB, que es un sistema del orden nacional que consiste en la generación de una alianza nacional entre el Instituto Humboldt y las entidades del orden nacional y regional que puedan aportar y estén interesadas en la construcción de capacidad para la gestión de información sobre biodiversidad y se basa en el establecimiento de acuerdos con actores estratégicos como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – ICN, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés – INVEMAR¹³³

¹³³ POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD, III INFORME NACIONAL, [En Línea]. Colombia. Docstoc, Find and Share Professional Documents. 2009. (citado agosto de 2009). Disponible en Internet: [www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-\(Spanish-version\)](http://www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-(Spanish-version))

7.2.2 Indicadores de complementariedad.- La complementariedad taxonómica entre colecciones de manera global es baja, pero dada la cantidad de registros presentes para estos dos departamentos se podría argumentar que los esfuerzos orientados a la colecta de ejemplares en sitios que puedan generar nuevos registros es limitada.

La colección entomológica del IAvH, es la que proporciona la mayor cantidad de registros para los dos departamentos, aunque no existen duplicados de los especímenes que hay en esta colección en las colecciones locales, lo que permite deducir que los lugares que están siendo muestreados presentan características ecosistémicas parecidas, lo que ha conllevado a que los especímenes colectados sean similares.

Los valores que se observan como complementariedad entre colecciones son aportados por aquellos géneros de difícil colecta, por lo que la escogencia del lugar de muestreo no es el único determinante, ya que la biología y comportamiento de las hormigas también altera su distribución y consecución.

De la misma manera ocurre con la complementariedad geográfica, que posee valores muy bajos de complementariedad, lo que permite asegurar con mayor certeza, que los lugares de muestreos están siendo elegidos bajo mismos parámetros, que posiblemente se argumentan en los ya mencionados en discusiones anteriores como son el acceso al lugar de muestreo, centros poblados y zonas con bajos niveles de conflicto, claro esta, siempre orientados a la consecución del mayor número de ejemplares.

7.2.3 Indicadores de completitud.- Los datos asociados a los especímenes colectados no solo determinan la calidad de la información, sino que permiten llevar una evaluación del estado de los individuos a través del tiempo y el espacio y diagnosticar las variaciones que sufre el medio ambiente, mas aun si el grupo estudio son los formícidos, considerados como fieles indicadores ambientales^{134 135 136 137}, además de ser útiles en la detección de centros de concentración de especies raras y endemismos¹³⁸.

¹³⁴FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

¹³⁵ JAFFE, K., LATTKE, J. Y PÉREZ, E. El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones. 1993. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 p.

¹³⁶ ARCILA, A. y LOZANO-ZAMBRANO, F. Capítulo 9. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. En: FERNÁNDEZ, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la Región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 159-166 p.

¹³⁷ TINAUT, A. Una investigación de la UGR utiliza a las hormigas como bioindicadores de calidad ambiental. Universia. Crónica Universitaria. [En línea]. España. 05 de febrero de 2002. (citado abril de 2008). Ciencia y NN.TT. Disponible en Internet: http://www.universia.es/html_estatico/portada/actualidad/noticia_actualidad/param/noticia/bddjg.html

Dentro de estos datos asociados, la preocupación más grande radica en la ausencia de coordenadas geográficas o peor aun, la presencia de coordenadas geográficas erradas. A esto se suma una incorrecta toma de datos geográficos e incluso la carencia en varios registros del departamento o el municipio en que fueron colectados. Esto dificulta la estandarización de la información y la pérdida de posibles diagnósticos para las regiones y para investigaciones en formícidos.

Aparentemente a la fecha de colecta no se le ha dado la importancia que realmente tiene. En muchas ocasiones, es tomada como parte de un requisito, pero su importancia radica en que la fecha de colecta genera registros históricos que informan acerca de la estacionalidad de los organismos y las tendencias en picos de abundancias; también permiten el monitoreo constante de los cambios que ocurren en el medio ambiente, proporcionando diagnósticos del estado pasado o actual del ecosistema, que nos pueden llevar a la toma de decisiones de manera más rápida, acertada y con total confianza, además de genera datos que nos permiten extrapolar situaciones o predecir futuros cambios tanto en ambiente como en la comunidad de formícidos estudiados.

La tendencia en la colecta se puede analizar desde muchos puntos de vista, entre ellos esta asociado a características tanto del colector, como la expuesta en el párrafo anterior, como con la biología de la especie. Un claro ejemplo de ello lo representa la subfamilia Myrmicinae, que al ser una subfamilia megadiversa¹³⁹, genera mayor número de gremios, comportamientos y colonización de hábitats, lo que hace que estas hormigas sean de más fácil colecta, por ser encontradas en muchos y diversos hábitats. Un claro ejemplo de ello son las subfamilias Paraponerinae y Pseudomyrmicinae, que al ser monotípicas, implicaría que al hallarse una sola representante, se halla representadas al 100%. Mucho más aun para la subfamilia Paraponerinae, que cuenta con una sola especie para la subfamilia, la *Paraponera clavata*, que se especializa por hallarse en hábitats conservados, lo que genera que se reduzca su posibilidad de colecta en otro tipos de hábitat, y por lo tanto se reduce el número de representantes de ella.

¹³⁸ TROCHE, SC. Análisis del cambio de Cobertura y fragmentación del hábitat en el Municipio de Independencia-Una propuesta metodológica simple para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Tesis de Maestría, profesional en suelos. Bolivia: Centro de levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. 2001. 44 p. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/60.pdf>

¹³⁹ FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

En cuanto a la densidad de información en colecciones biológicas se observa una influencia directa del efecto colector, tanto en biomas como en coberturas vegetales y distritos biogeográficos.

Un error que presenta el análisis del índice de Intensidad de muestreo en colecciones biológicas, radica en que organismos encontrados una sola vez en una sola localidad muestreada presenta valores elevados para el género por localidad como si implicase que cada vez que se muestrea una localidad el género tendría que aparecer.

A los procesos de transformación de hábitat naturales se suman otros factores que también generan impactos graves sobre la biodiversidad. La introducción y trasplante de especies invasoras puede afectar de manera muy grave al entrar en competencia con especies nativas¹⁴⁰ como ya ocurrió con hormigas como *Atta cephalotes*, *Linepithema humile*, *Partrechina fulva*, entre otras.

A pesar de todo esto aun existen importantes extensiones de terreno en la amazonia y en el pacifico que se encuentran en buen estado de conservación (III Informe nacional) aun sin muestrear.

Aunque se considera que zonas como la amazonia y el pacifico se encuentran mejor muestreados que los andes¹⁴¹, en el caso de los departamentos de Cauca y Nariño ocurre el evento contrario, pues la mayoría de colectas se encuentran situadas en esta región, claro esta que son colectas no sistematizadas ni de carácter intensivo o de monitoreo, simplemente presentan colectas ocasionales y al azar, generalmente asociadas a vías principales, a eventos de salidas universitarias o conflicto armado.

Aunque se afirma que la mayor parte de la riqueza biológica se encuentra en los ecosistemas andinos caracterizados por el elevado número de especies endémicas, y seguido geográficamente por las selvas de la Amazonia y el Chocó biogeográfico¹⁴², la ausencia de un muestreo programado o sistematizado se hace evidente dada la baja riqueza de formícidos reportados en este estudio para los andes del Cauca y de Nariño.

¹⁴⁰ POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD, III INFORME NACIONAL, [En Línea]. Colombia. Docstoc, Find and Share Professional Documents. 2009. (citado agosto de 2009). Disponible en Internet: [www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-\(Spanish-version\)](http://www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-(Spanish-version))

¹⁴¹ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

¹⁴² POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD, III INFORME NACIONAL, Op. cit.

Otra clara razón que evidencia la baja riqueza y diversidad de los andes en cuanto a formícidos se refiere, radica en la alta presión antrópica presente, que es mas fuerte que en las demás regiones¹⁴³ de estos departamentos.

La fragmentación ocasionada se evidencia claramente en el alto número de coberturas vegetales presentes en los biomas de los Andes en los departamentos del Cauca y de Nariño (ver mapa 4). Se observa que los ecosistemas naturales andinos están desapareciendo, pues los bosques naturales presentes en este tipo de bioma son mínimos en comparación con las áreas que abarcan estas mismas coberturas vegetales pero en otro tipo de bioma. Esta alta intervención obedece a la riqueza de suelos que se hallan cargados de gran variedad de nutrientes y que hacen a las tierras de los andes, aptas para todo tipo de cultivos.

Actualmente se reconoce que el sitio más rico en especies de hormigas y el más variado taxonómicamente es la región Kofán¹⁴⁴ situada en límites entre los departamentos de Nariño y Putumayo. En esta zona se encontró un total de 212 registros, agrupados en 49 géneros; desafortunadamente no se han generado nuevas investigaciones, monitoreos o inventariados en estas zonas, ya que la amazonía nariñense y caucana representa una de las zonas mas afectadas por movimientos de grupos armados al margen de la ley.

Esto implica que al coleccionar una colonia de hormigas, habrá suficientes duplicados para ser donados a las diferentes colecciones del país y a colecciones extranjeras, lo que puede de cierta forma hacer decrecer la complementariedad taxonómica y geográfica de las colecciones.

En cuanto a la distribución biológica, la información recopilada para formícidos de Cauca y de Nariño, solo permite hacer una aproximación al estado actual en el que se encuentran las hormigas, pero no permite sacar conclusiones determinantes con respecto a patrones biogeográficos o ecológicos, dada la distribución altamente heterogénea que presentan los registros. Quizás en lugares como la Reserva Natural La Planada, Reserva Natural Rio Ñambí, el Parque Nacional Isla Gorgona y la hacienda San Julián, sea posible la formulación y planteamiento de monitoreos ambientales en secuencia temporal, dada las condiciones bajo las cuales se han realizado los estudios para los formícidos y dada la información que se ha recopilado de estas áreas de investigación; de hecho el Parque

¹⁴³ POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD, III INFORME NACIONAL, [En Línea]. Colombia. Docstoc, Find and Share Professional Documents. 2009. (citado agosto de 2009). Disponible en Internet: [www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-\(Spanish-version\)](http://www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-(Spanish-version))

¹⁴⁴ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

Nacional Isla Gorgona ya fue escenario de un estudio biogeográfico, por lo que los estudios mas profundos orientados a análisis de distribución e historia natural podrían ser desarrollados en esta área.

Aunque la diversidad de hormigas se reduce a medida que aumenta la altitud, los paramos también albergan estos organismos aunque en menor cantidad y diversidad; mas aun cuando el departamento de Nariño cuenta con paramos azonales, caracterizados por hallarse a altitudes inferiores a las que normalmente se encuentran los paramos, por lo tanto existe la posibilidad de hallar hormigas en estos lugares.

La cobertura geográfica de las colecciones es otro de los aspectos para evaluar que tan efectivas están siendo las instituciones encargadas de coleccionar y agrupar esta información. Por lo apreciado durante toda la recopilación y análisis de la información existente, se evidencia la presencia de localidades y taxones únicos, además de ser muy escasos. Esta situación constituye una prioridad de investigación¹⁴⁵ dado el reducido número de ejemplares de algunos de estos organismos y lo poco que aun se sabe sobre su distribución espacial.

Los datos encontrados durante esta investigación permiten dar un chequeo general de cómo se halla la información de formícidos para los dos departamentos, pero es una realidad que no existen programas de monitoreos estables que permitan la caracterización de este grupo animal en estos departamentos. La información hasta ahora encontrada solo nos permite visualizar el panorama en que se encuentra la información asociada a la familia formícida para Cauca y Nariño, pero se hace imposible generar predicciones o hipótesis que nos permitan determinar que esta ocurriendo con esta familia, que tipos de variaciones han sufrido o como ha ido cambiando la composición de las comunidades. También se hace imposible la validación o verificación de la hipótesis que el número de registros encontrados es muy escaso en comparación con todo lo que puede existir en el departamento.

7.3 PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE INVESTIGACIÓN PARA FORMÍCIDOS

Todo lo anterior permitió evaluar el estado de la información y como se hallaban distribuidos los registros de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño.

En este estudio no se consideran como áreas prioritarias de investigación aquellas zonas destinadas a actividades agrícolas realizadas por los pobladores (aunque presenten grados de fuerte y extrema fragmentación), debido a que sería difícil (debido a conflictos que

¹⁴⁵ DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

podrían producirse) reducir el espacio productivo para fines de conservación o investigación biológica¹⁴⁶.

Esta investigación detecto las posibles áreas prioritarias para la investigación mirmecofaunística, basados en indicadores de fragmentación y en la baja o nula cantidad de información presente en los biomas y los distritos biogeográficos con que cuentan los departamentos de Cauca y Nariño.

En el momento de determinar los biomas y distritos biogeográficos con sus respectivas coberturas vegetales naturales a priorizar para la investigación mirmecofaunística en los departamentos de Cauca y Nariño, se encontró que de aquellas unidades geográficas priorizadas, la mayoría se asocian a los Andes tropicales (88.88%) y presentan mayor grado de fragmentación y de amenazas; el restante 11.11% corresponden a la región Pacífica.

Del mismo modo, la mayoría de las áreas priorizadas se halla en vegetación secundaria (55.55%), es decir, que han comenzado un proceso de regeneración natural y que son producto del proceso de sucesión de pastos o cultivos, hacia coberturas arbóreas. El restante 44.45% se divide en arbustales (11.11%), bosques naturales (11.11%) y Herbazales (22.22%).

Es así como las áreas denominadas como prioritarias en esta investigación son:

7.3.1 En Biomas:

- Vegetación secundaria Orobioma Azonal del Valle del Patía.
- Herbazales Orobioma Bajos Andes.
- Arbustales Orobioma Alto Andes.
- Herbazales Orobioma Alto Andes.
- Vegetación secundaria Alto Andes.

7.3.2 En Distritos:

- Bosques naturales de los Bosque Andinos de Nariño occidental.
- Vegetación secundaria del distrito Micay.
- Vegetación secundaria de los Bosques Andinos de la cordillera central de Cauca y Valle.
- Vegetación secundaria de la selva nublada Oriental de Caquetá, Cauca, Putumayo y Nariño.

¹⁴⁶ TROCHE, SC. Análisis del cambio de Cobertura y fragmentación del hábitat en el Municipio de Independencia-Una propuesta metodológica simple para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Tesis de Maestría, profesional en suelos. Bolivia: Centro de levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. 2001. 44 p. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/60.pdf>

En relación a los Andes Tropicales Colombianos, se presentan un total de 21 ecosistemas silvestres, de los cuales 15 tienen parte de su extensión o la totalidad en áreas protegidas; sin embargo es importante anotar que el 62.4% del territorio esta conformado por ecosistemas transformados¹⁴⁷ y el 80% presenta erosión severa¹⁴⁸.

Tanto en los biomas como en los distritos, las coberturas vegetales naturales mas fragmentadas se asocian a este tipo de ecosistema, principalmente en las zonas mas elevadas de los Andes.

Y aunque es sabido, que la mayor riqueza de especies amenazadas y endémicas se encuentra relacionada con este ecosistema (desde los bosques altoandinos hasta los bosques basales presentes en Nariño y Putumayo), estos estudios y caracterizaciones se han realizado con plantas, aves, anfibios, reptiles, mamíferos y peces¹⁴⁹; pero muy pocas veces con insectos o específicamente con formícidos.

Del mismo modo, son estos grupos biológicos los que son tenidos en cuenta en la priorización de áreas de conservación y no los insectos; en gran medida esto se debe a la distribución geográfica que presentan los formícidos, ya que la diversidad se ve fuertemente reducida en alturas superiores a los 2000 msnm.

Es por esto que durante esta priorización, los bosques altoandinos, a pesar de ser ecosistemas fundamentales y altamente amenazados, no tendrían una prioridad tan elevada para la investigación en formícidos como ocurre con otras regiones que cumplen con los mismos riesgos y amenazas, pero que ofrecen más diversidad mirmecofaunística.

En Colombia los estudios de hormigas de alta montaña son muy escasos¹⁵⁰, salvo por unos trabajos de Bastidas y Sarmiento (2008)¹⁵¹ y Bustos y Chacón (1997)¹⁵². Estos trabajos son

¹⁴⁷ ARANGO, N., et al. Vacíos de conservación del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. Editorial Sepia Ltda. WWF. Colombia, Instituto Alexander von Humboldt. 2003. 39 p.; ISBN: 958-95905-5-1.

¹⁴⁸ MARIACA, M. Se incrementan de 25 a 34 los lugares críticos en biodiversidad (Hotspots) del planeta. Las "salas de emergencia" del medio ambiente albergan al 75 por ciento de los mamíferos, aves y anfibios más amenazados del planeta. [En Línea]. Coordinadora de Comunicaciones. Conservación internacional Bolivia. Febrero 2 de 2005. (citado julio de 2009). Disponible en Internet: ibcperu.nuxit.net/doc/isis/6511.pdf, 2 p.

¹⁴⁹ GALINDO, G., et al. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el Piedemonte amazónico colombianos. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No. 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. Colombia. 22 p.

¹⁵⁰ JIMÉNEZ, E., LOZANO – ZAMBRANO, F. H. Y ÁLVAREZ, G. Capítulo 11: Diversidad alfa y beta de hormigas cazadoras del suelo en tres paisajes ganaderos de los Andes Centrales de Colombia. En: JIMÉNEZ, E., FERNÁNDEZ, F., ARIAS, T.M. Y LOZANO-ZAMBRANO, F. H. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de

realizados a una escala muy local, sin estimativos acerca de los patrones de diversidad de hormigas a nivel de paisaje, ni comparaciones entre paisajes¹⁵³, generando pérdida de información y subutilización del material colectado.

De este modo, las zonas asociadas a los Andes priorizados que pueden ofrecer mayor diversidad de formícidos, corresponde a los valles secos y al piedemonte andino.

Existen 26 tipos de ecosistemas secos que integran doce tipos corológicos, separados por áreas húmedas que generan aislamiento y especiación. Estos ecosistemas están transformados entre un 80 a 100% de su extensión original y casi siempre están influenciados por ganadería y por fuego¹⁵⁴.

De estos 26 tipos de ecosistemas, 22 continúan excluidos de los parques nacionales y ninguno de los ya protegidos satisface las metas mínimas de representatividad. Todos en cada uno de sus tipos corológicos resultan adecuadamente seleccionados como prioritarios para la conservación, aunque están muy transformados y su conservación supone acciones de regeneración natural o restauración¹⁵⁵.

Dentro de estas áreas o valles secos, se destaca el bioma Orobioma Azonal Valle del Patía. Los bosques secos del Valle del Patía comprenden bosques secos desde los 2200¹⁵⁶ hasta

Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia, 2007. 440 p. Disponible e Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/>

¹⁵¹ BASTIDAS, A. Y SARMIENTO, M. Capítulo Hormigas. Diversidad en la reserva natural el Charmolan. En prensa

¹⁵² BUSTOS, J. Y ULLOA-CHACÓN, P. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla tropical. (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). En: Revista Biología Tropical. 1997. vol. 44, no. 3 y vol. 45, no. 1, 259-266 p.

¹⁵³ JIMÉNEZ, E., LOZANO – ZAMBRANO, F. H. Y ÁLVAREZ, G. Op. cit., 440 p.

¹⁵⁴ FANDIÑO, M. Y VAN-WYNGAARDEN, W. 2008. Ecosistemas secos de Colombia en las prioridades de conservación biológica y su clasificación ecológica y biogeografía. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Simposios. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 39 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁵⁵ *Ibíd.*, 38 p.

¹⁵⁶ BASTIDAS, A. Y SARMIENTO, M. Composición y estructura de la comunidad de hormigas en un bosque seco- Reserva Natural EL Charmolan (Resultados Preliminares). En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Resúmenes. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 181 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

por debajo de los 1000 msnm, ubicados entre los departamentos de Cauca y Nariño, y rodeados por los bosques de niebla de las cordilleras central y occidental¹⁵⁷.

Tiene una extensión de 226,738 hectáreas, equivalentes al 0.2% del territorio nacional. En ella se encuentran dos tipos de ecosistemas naturales que ocupan el 68% del área, pero no están protegidos. El resto del bioma contiene ecosistemas transformados¹⁵⁸.

Y a pesar de haberse identificado 100 áreas prioritarias de conservación para los Andes colombianos¹⁵⁹, no existen planes de manejo ni estrategias de conservación orientadas a la conservación del Valle seco del Patía.

Su importancia radica en ser uno de los ecosistemas secos con los que cuenta el planeta; además, posee la característica de ser un bosque seco que tiene secciones con altitudes que llegan a los 2200 msnm.

El valor que tiene este valle, reside en que es el único valle seco con que cuenta el departamento de Nariño, es el más deteriorado a nivel nacional¹⁶⁰ y no cuenta con áreas dedicadas a la conservación¹⁶¹.

Esta zona al igual que los demás valles secos presentes en el territorio nacional es de gran importancia porque la diversidad presente en estos ecosistemas no solo es alta, sino que presenta organismos propios de esta región.

Actualmente solo existe una investigación realizada en mirmecofauna para el Valle seco del Patía. Esta investigación arrojó una riqueza de 26 especies, en donde se encontró el primer registro de *Linepithema iniquum* (Mayr, 1870) para el departamento de Nariño¹⁶².

¹⁵⁷ ARANGO, N., et al. Vacíos de conservación del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. Editorial Sepia Ltda. WWF. Colombia, Instituto Alexander von Humboldt. 2003. 39 p.; ISBN: 958-95905-5-1.

¹⁵⁸ *Ibíd.*, 40 p.

¹⁵⁹ CABRERA, G., et al. Planificación Ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el Piedemonte Amazónico Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C, Colombia, 2009, 20 p. (Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, no. 2).

¹⁶⁰ FANDIÑO, M. Y VAN-WYNGAARDEN, W. 2008. Ecosistemas secos de Colombia en las prioridades de conservación biológica y su clasificación ecológica y biogeografía. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Simposios. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 39 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁶¹ ARANGO, N., et al. Op. cit., 40 p.

Esta riqueza puede ser fácilmente superada. Un claro ejemplo de ellos lo tienen investigaciones realizadas en los diferentes valles secos de Colombia:

21 morfoespecies de formícidos en la Reserva Natural Las Delicias (Bosque seco tropical, Santa Marta)¹⁶³; 23 morfoespecies en el Cerro de Manzanilla (Bosque seco tropical-Cauca)¹⁶⁴; 73 especies registradas para el jardín botánico (Cali)¹⁶⁵; 200 especies para el valle seco del Cauca (Vale del Cauca)¹⁶⁶; 218 especies para la cuenca media del Río Cauca¹⁶⁷.

Durante estas investigaciones también se ha demostrado que estas zonas son aptas para el descubrimiento de nuevos registros o ampliaciones de rango. a pesar de no existir mucho registro Por ejemplo, en el valle seco de la Sierra Nevada de Santa, se adelanto un muestreo para determinar la diversidad, obteniendo como resultado un nuevo registro para Colombia, perteneciente al genero *Heteroponera*¹⁶⁸.

Todo esto convierte a la región del valle seco del Patía en un área que potencialmente tendría una alta diversidad de formícidos, pero que aun se hayan sin estudiar, a pesar de

¹⁶² BASTIDAS, A. Y SARMIENTO, M. Capitulo Hormigas. Diversidad en la reserva natural el Charmolan. En prensa

¹⁶³ SIMANCA, R., et al. Ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la Reserva Natural Las Delicias, Santa Marta-Colombia. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 193 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁶⁴ GALLEGO, M. Y MERA, Y. Hormigas del bosque seco tropical, Cerro de Manzanillo, Cauca-Colombia. pp. 201. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 201 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁶⁵ GALLEGO, M. et al. Factores Microambientales y Diversidad de Hormigas en Bosque Seco tropical. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 90 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁶⁶ OSORIO, A. Y CHACÓN DE ULLOA, P. 2008. Hormigas en el paisaje del bosque seco del valle geográfico del río Cauca (Colombia). pp. 172. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 172 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

¹⁶⁷ LOZANO-ZAMBRANO, F.; ULLOA-CHACÓN, P. Y ARMBRECHT, I. Ants: Species-Area Relationship in Tropical Dry Forest Fragments. En: Ecology, Behavior And Bionomics. January - February 2009. vol. 38, no. 1, 44-54 p.

¹⁶⁸ GUERRERO-F, ROBERTO J and OLIVERO-G, DEIVER Y. Nuevos registros de hormigas del Caribe Colombiano, incluyendo claves taxonómicas para *Acanthoponera*, *Heteroponera* y *Platythyrea*. En: Revista Colombiana de Entomología. [online]. June/Dec. 2007, vol.33, no.2 [cited 24 November 2009], p.191-196. Available from World Wide Web: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882007000200019&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-0488.

tener una fuerte presión antrópica y una transformación acelerada de los ecosistemas naturales presentes en la región.

Esta transformación o explotación de la región y su alto grado de intervención antrópica, se le atribuye principalmente a dos razones fundamentales:

- La actividad volcánica, la alteración de las rocas y los feldespatos cálcicos que producen las mismas, le proporciona a esta región las mejores características fisionómicas y edáficas para la alta fertilidad presente en el suelo¹⁶⁹, el cultivo de gran cantidad de especies agrícolas¹⁷⁰ y la cría de diferentes tipos de animales¹⁷¹.

- Las diferentes altitudes (desde los cero msnm a los 4764 msnm para el departamento de Nariño y desde cero msnm a los 5750 msnm para el departamento de Cauca), traen consigo una oferta muy variada de temperaturas, climas, geografía y condiciones bióticas diversas, que han generado la extraordinaria riqueza biológica¹⁷² y el establecimiento de especies de rangos restringidos y endémicas; lo que ha ubicado a esta zona como uno de los 34 lugares considerados como Hotspots a nivel mundial¹⁷³.

Estas características han generado una degradación mas rápida de los ecosistemas naturales presentes y se ven afectadas por amenazas críticas, entre las que se destacan principalmente:

- La destrucción y transformación de hábitat y ecosistemas naturales, influenciada principalmente por la expansión agrícola y la colonización políticas inadecuadas de ocupación, establecimiento de cultivos ilícitos, la construcción de obras de desarrollo e infraestructura, la actividad minera, el consumo de leña, los incendios de ecosistemas

¹⁶⁹ CASTAÑO-URIBE, C. Paramos y Ecosistemas Altoandinos de Colombia en condición Hotspots y Global Climatic Tensor. [Documento en Línea]. Colombia, 2002. (citado en 14 marzo de 2009). Anexo. CEBALLOS, J., MARTÍNEZ, N. Y RINCÓN, M. Descripción Geomorfológica de la alta montaña por zonas geográficas, 382 y 383 p. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co/publica/Paramos/anexo.pdf

¹⁷⁰ BIODIVERSITY HOTSPOTS. Conservation International. [En línea]. 2007. (citado 14 marzo de 2009). Disponible en Internet: http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/tumbes_choco/Pages/default.aspx

¹⁷¹ LOS HOTSPOTS DEL PLANETA: DIVERSIDAD PARA CONSERVAR Y GENERAR NEGOCIOS MILLONARIOS. [Foro en Línea]. Malagá, España. Goyeneche Guevara, Martha. Ecoestrategia.com. Foro Económico Ambiental. pp.2. (citada 14 marzo de 2009). Disponible en Internet: <http://www.ecoestrategia.com/articulos/hemeroteca/hotspots.pdf>

¹⁷² *Ibíd.*, 2 p.

¹⁷³ MARIACA, M. Se incrementan de 25 a 34 los lugares críticos en biodiversidad (Hotspots) del planeta. Las "salas de emergencia" del medio ambiente albergan al 75 por ciento de los mamíferos, aves y anfibios más amenazados del planeta. [En Línea]. Coordinadora de Comunicaciones. Conservación internacional Bolivia. Febrero 2 de 2005. (citado julio de 2009). Disponible en Internet: ibcperu.nuxit.net/doc/isis/6511.pdf, 2 p.

naturales, la producción maderera, la introducción de especies invasivas y foráneas, la sobreexplotación y comercio de especies de fauna y de flora; la contaminación resultante de actividades industriales y domésticas, la contaminación causada por el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes y los cambios climáticos^{174 175}.

Todas estas amenazas sobre la biodiversidad son producto indirecto de una serie de fenómenos de tipo demográfico, económico, tecnológico, social, político e institucional, como la subestimación de los bienes y servicios que nos ofrece la biodiversidad¹⁷⁶, el crecimiento acelerado de la población, el conflicto armado, el desempleo, el narcotráfico, entre otras.

Otras de las áreas reconocidas como prioritarias durante esta investigación se encuentran ubicadas en la región Pacífica. A esta región pertenece el distrito de Micay, que abarca cerca del 80% del pacífico caucano. Esta región se encuentra ubicada en el Chocó biogeográfico, que es considerado uno de los centros de endemismos y mayor biodiversidad.

Esta zona también es considerada como megadiversa, y su importancia radica en que el Pacífico presenta condiciones óptimas para la diversidad de insectos de todo tipo.

En el distrito de Micay, la vegetación secundaria es la que se encuentra más fragmentada, además que su presencia en medio de grandes extensiones de bosques naturales es un indicio de la presión antrópica que está iniciándose sobre esta zona.

Uno de los motivos por los que esta zona fue catalogada como prioritaria radica en el potencial de diversidad que ofrece; el que estas áreas con vegetación secundaria se hallan rodeadas de bosques bien conservados y naturales, genera una heterogeneidad en el paisaje que favorece la diversificación de estos organismos¹⁷⁷.

¹⁷⁴ POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. [Documento en línea]. Bogotá D.C. República de Colombia. Ministerio del Medioambiente. Departamento nacional de planeación Instituto "Alexander von Humboldt" (citado junio de 2009). Revisado 13 de septiembre de 2009. 9-14 p. Disponibilidad en Internet: www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/POLI/Biodiversidad.doc.

¹⁷⁵ MARIACA, M. Se incrementan de 25 a 34 los lugares críticos en biodiversidad (Hotspots) del planeta. Las "salas de emergencia" del medio ambiente albergan al 75 por ciento de los mamíferos, aves y anfibios más amenazados del planeta. [En Línea]. Coordinadora de Comunicaciones. Conservación internacional Bolivia. Febrero 2 de 2005. (citado julio de 2009). Disponible en Internet: ibcperu.nuxit.net/doc/isis/6511.pdf, 2 p.

¹⁷⁶ POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. Op. cit., 11 p.

¹⁷⁷ ESTRADA, C. y FERNÁNDEZ, F. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). En: Revista de Biología Tropical. 1999. vol. 47, no. 1,2, 189-201 p. Disponible también en Internet: <http://www.svielo.sa.cr/scielo.php>

A pesar de todas las condiciones que presenta esta región y que favorecen la diversidad mirmecofaunística, no existen estudios de hormigas para el pacífico caucano. Lo más cercano a ello se relaciona con los trabajos realizados por Armbrrecht y colaboradores en el Chocó colombiano, obteniendo una diversidad de hormigas de 117 morfoespecies¹⁷⁸. O los trabajos de tesis realizados en el pacífico nariñense, en donde se reportan 32 especies de hormigas en una granja experimental, que presenta una alta intervención antrópica¹⁷⁹.

Lastimosamente en esta región se encuentran restringidas las exploraciones para inventarios y monitoreos, ya que son zonas donde el orden público no permite el libre acceso¹⁸⁰.

Esta misma situación ha ocasionado que los lugares más diversos de estos dos departamentos presenten pocas o casi nulas localidades de muestreo, ya que el ingreso a estas zonas de vegetación es complejo y mucho más cuando se hallan minadas, taladas y remplazadas por cultivos ilícitos y cuando se mantienen constantes combates por territorio.

Del mismo modo ocurre para la región amazónica, que en los departamentos de Cauca y Nariño se representa por distritos como el Distrito Kofán y el Distrito Florencia, o por biomas como el ZHT Amazonia – Orinoquia o HeloB Amazonia-Orinoquia.

Los pocos estudios realizados en estas regiones arrojan resultados altamente significativos. Un ejemplo es el estudio realizado por Fernández en el territorio Kofán, donde registra 212 especies¹⁸¹ en un mismo estudio.

El motivo por el que estas zonas no ingresaron como parte de la priorización de esta investigación a pesar de tener un fuerte potencial en biodiversidad radica en que

¹⁷⁸ ARMBRECHT, I., et al. An Ant Mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). *En: Sociobiology*. 2001. vol. 37, no. 38, 497 p.

¹⁷⁹ RODRÍGUEZ, K. Y ROMERO, C. (1999). Riqueza y diversidad de Formicidae (Hymenoptera) en estados sucesionales de Bosque, Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco - Nariño. Trabajo de grado biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 1999.

¹⁸⁰ ECHANDÍA C. Y BECHARA E., 2006. Conducta de la guerrilla durante el gobierno Uribe Vélez: de las lógicas de control territorial a las lógicas de control estratégico. Dossier - 4 años del gobierno Uribe: balance y perspectivas. Este artículo se elaboró en el marco del proyecto "Seguimiento y análisis del conflicto armado en Colombia", de la línea de investigación sobre Negociación y manejo de conflictos del CIPE de la Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales. Mayo-agosto, 2006: págs. 31-54, ISSN 0121-4705

¹⁸¹ FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. *En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000*. MARTÍN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241

afortunadamente el 70-80% de su territorio cuenta con ecosistemas naturales poco transformados.

La importancia y alta diversidad que se presenta en muestreos realizados en lugares con influencia amazónica y pacífica es notoria, ya que estas regiones presentan condiciones óptimas para la especiación y endemismo de especímenes. Quizás el motivo por el que no ingresan de manera inmediata en las regiones priorizadas radica en el auge de investigaciones que han existido en algunos años en estas regiones, consideradas focos de mega diversidad y endemismos.

Se debe tener en cuenta que esta priorización se basa en el estado de fragmentación en el que se encuentran las áreas menos estudiadas de los departamentos, a fin de planear colectas de estos especímenes, para lograr monitoreos y colaborar en el inventario nacional y regional de especímenes.

Generalmente la detección de estas áreas pretende obtener un diagnóstico de la diversidad mirmecofaunística y mediante patrones claros en la distribución de las especies.

Es así como esta investigación se plantea como un primer paso o como una primera herramienta que permita dilucidar la situación del estado de la información y así tratar de entender y observar como esta siendo alterado el hábitat en estos dos departamentos, a fin de desarrollar de manera mas inmediata estrategias de muestreo y colecta en los dos departamentos.

Finalmente y como parte de todo el proceso investigativo, cabe aclarar la importancia del uso y ajuste de los indicadores, tanto de evaluación del estado de la información como de los indicadores de fragmentación, ya que durante el desarrollo del proyecto se presentaron inconsistencias que demuestran la falta de uso, conocimiento y accesos a los mismos; todo esto debido a que las hojas metodológicas, sus interpretaciones y representaciones no se ajustan de manera adecuada a cualquier tipo de organismo y/o cobertura geográfica.

8. CONCLUSIONES

Durante la investigación se determinó que los biomas y distritos asociados a los Andes Tropicales y las coberturas vegetales correspondientes a vegetación secundaria, son las áreas prioritarias de investigación mirmecofaunística para los departamentos de Cauca y Nariño, por ser las mas fragmentadas y menos estudiadas en este campo.

Muchas de las áreas propuestas como iniciativas de conservación por las diferentes corporaciones regionales coinciden con las áreas seleccionadas como prioritarias para conservación a nivel nacional. Esta a su vez, se relacionan con las áreas encontradas en este estudio como prioritarias para la investigación mirmecofaunística.

Para lograr la priorización, se realizó la sistematización, georeferenciación, evaluación y validación de 3442 registros de formícidos disponibles para los departamentos de Cauca y Nariño, provenientes de literatura (904) y colecciones entomológicas (2638), estableciendo un precedente de registro de datos desde el momento de colecta, hasta la priorización de las áreas para investigación.

La baja cantidad de publicaciones en relación con todo el material colectado, esta generando una replica de muestreos en ciertos lugares y la ausencia total de información correspondiente a otras zonas.

De esta sistematización se resalta que los departamentos de Cauca y de Nariño cuenta con 78 géneros, con una riqueza 224 especies determinadas, con posibilidades de elevar su número debido a la presencia de gran cantidad de registros sin identificar, pertenecientes a los géneros *Pheidole* (272) *Paratrechina* (128), *Camponotus* (121), *Solenopsis* (82), *Hypoponera* (70), *Crematogaster* (68) y diferentes machos y reinas aun sin determinar ni a subfamilia (42).

Durante la priorización de las áreas para la investigación mirmecofaunística se utilizaron 21 indicadores (10 para la investigación del estado actual del conocimiento y 11 para determinar la fragmentación); esto a través de información fundamental que se generó durante su desarrollo e interpretación.

La importancia de las colecciones biológicas como fuentes históricas de información y como elementos básicos del legado de la biodiversidad en el país es fundamental, y se convierten en herramientas primordiales en el momento de los monitoreos o estudios biológicos, no solo por contener especímenes propios de regiones, sino por permitirnos determinar lo que esta sucediendo con la fauna de una zona determinada.

Un claro ejemplo de ello fue que más del 85% de la información obtenida durante este estudio provino de las colecciones biológicas y no de publicaciones.

Dentro de los resultados obtenidos durante la evaluación del estado actual del conocimiento de formícidos para los departamentos de Cauca y Nariño cabe destacar los siguientes aspectos:

- Las colecciones del Instituto Alexander von Humboldt – IAvH, de la Universidad de Nariño – PSO-CZ y el museo de Historia natural de la Universidad del Cauca - MHNUC son las colecciones que mayor representatividad a nivel de género tienen para los departamentos de Cauca y de Nariño, y es la subfamilia Myrmicinae la que cuenta con mayor número de registros, debido a que es la subfamilia más diversa y abundante que hay en el planeta.

- La colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHNUC) fue la única colección que contó con una base de datos con el total de registros de formícidos sistematizados, situación que permite realizar de manera más rápida y oportuna la evaluación del estado actual del conocimiento de formícidos; además, la colección se encuentra debidamente curada y el montaje de todo el material está montado en seco. Desafortunadamente esta colección no cuenta con registros para el departamento de Nariño, lo que supone una falta de intercambio de material mirmecológico con la colección de la Universidad de Nariño, a pesar de hallarse muy cercanas entre sí.

- La colección entomológica de la Universidad de Nariño cuenta con variedad de especímenes de formícidos del departamento del Nariño y el Cauca, pero su base de datos aun es muy insipiente, dada la falta de personal dedicado de manera exclusiva a la curaduría de esta colección. Este trabajo garantizó la curaduría y sistematización de todos y cada uno de los registros de formícidos presentes en esta colección, pero fue imposible el adecuado montaje en seco de especímenes que habían sido montados con anterioridad de manera incorrecta.

- La colección que presenta la mayor cobertura geográfica del territorio estudiado es la de la colección de la Universidad de Nariño PSO-CZ; lastimosamente, la mayoría de la información se asocia a cabeceras municipales y a los altos andes en coberturas vegetales altamente intervenidas, efecto que surge por la facilidad de acceso a estas zonas y que es conocido como efecto colector y no con parámetros biológicos o ecológicos encontrados en las especies.

- La ausencia de un intercambio de especímenes entre colecciones del país es preocupante, pues muchos especímenes se hallan en colecciones por fuera de la región muestreada e incluso por fuera del territorio nacional. En caso de una pérdida del

especimen depositado nacionalmente, se generarían grandes dificultades para la consecución de los especímenes donados.

- En cuanto a las coberturas geográficas se refiere, el bioma **Orobioma Bajo Andes**, la cobertura vegetal de los **Bosques naturales** y el distrito biogeográfico **Distrito Awa** son las coberturas geográficas mas representadas en todas las colecciones.

- Durante la depuración y sistematización, se observo que los datos de colecta que son mas ausentes corresponden a las coordenadas geográficas de la localidad de colecta y la fecha de colección, lo que no permite un seguimiento histórico a los lugares con sus respectivos representantes mirmecofaunísticos y retarda la sistematización, procesamiento y evaluación de la información.

- La forma en que se hallaron distribuidos los registros, por género y por localidad en los departamentos del Cauca y de Nariño, es heterogéneo y agrupado. Esto denota un esfuerzo de colecta desplazado y sectorizado, debido a efectos de colector, y no por ausencia de especímenes en las zonas con vacíos de información. Cabe aclarar que existen rangos altitudinales restringidos para las hormigas, pues por encima de los 2800 msnm la diversidad y riqueza de estos organismos cae estrepitosamente (Hölldobler y Wilson, 1990).

- A partir de esta información y la arrojada por los indicadores de densidad de información fue posible la determinación de las coberturas geográficas que contaban con más información de formicidos y de esta forma descartarlas del análisis de fragmentación.

Estas áreas fueron:

BIOMAS: HeloB Valle del Cauca, al HeloB Amazonia-Orinoquia y al ZAST Valle del Cauca.

COBERTURAS VEGETALES: coberturas de Bosques plantados, Cultivos anuales o transitorios y Áreas urbanas.

DISTRITOS BIOGEOGRÁFICOS: distrito Awa, distrito Bosques Andinos Nariño Oriental, distrito. Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental, distrito Gorgona y distrito Subandino Alto Patía.

- Estos indicadores son un primer avance en la búsqueda por generar información que posteriormente permita identificar prioridades de conservación y áreas geográficas de importancia para la conservación de hormigas.

Pese a sus utilidades limitadas, los datos disponibles son una fuente fundamental para replantear y direccionar los procesos de colección e investigación en Colombia. Por lo tanto constituyen una herramienta básica para la planeación de futuras investigaciones a nivel nacional y regional.

Como aportes adicionales del trabajo se destaca:

- La identificación de todo el material mirmecológico presente en la Universidad de Nariño, con el hallazgo de dos nuevos registros para Colombia; la especie *Myrmelachista joicey* (Longino, 2006) encontrada en la Reserva Natural Rio Ñambí-Barbacoas y representa un nuevo registro para Suramérica; la especie *Pachycondyla schoedli* (Mackay y Mackay, 2006), colectada en Chachagüi y en Torobajo-Pasto, q es un nuevo registro para Colombia.

- La completa curaduría de la colección mirmecológica de la colección de la Universidad de Nariño PSO-CZ, dejando la totalidad de los registros correctamente identificados y con sus respectivas coordenadas geográficas.

- La consecución de claves taxonómicas para la familia Formicidae, para la identificación de los géneros *Atta*, *Acromyrmex*, *Camponotus*, *Ectatomma*, *Pachycondyla* y para todos los géneros de la subfamilia Ecitoninae.

- La determinación de las áreas prioritarias para la investigación mirmecofaunística.

Teniendo en cuenta que la diversidad y variedad encontrada en tan pocos registros y siendo los departamentos de Cauca y Nariño zonas consideradas como megadiversas, se asume que la riqueza en formícidos es superior a lo que se reporta en este trabajo.

A partir de los reportes presentados y la influencia del azar en el momento de escoger los lugares de colecta, surge la importancia de producir una guía que permita tomar decisiones en el momento de escoger lugares de colecta y de la misma forma establecer estrategias que incentiven la consolidación de la información y el inventario de la mirmecofauna caucana y nariñense.

La baja diversidad y riqueza no solo se debe asociar a los organismos como tal sino que esta baja cantidad de registros nos da una calificación parcial del esfuerzo de colecta que vienen adelantando investigadores e instituciones del país y es una forma de evaluar el esfuerzo de colecta que están realizando.

Dado que este trabajo es pionero en la implementación de estos indicadores en la priorización de áreas destinadas a la investigación biológica y en su aplicación en formícidos, muchos de los indicadores tuvieron que ser ajustados y modificados, con el fin de lograr resultados más óptimos y certeros. Es por esto que se cuenta con un amplio capítulo de recomendaciones, a fin de ser tenidas en cuenta en un próximo estudio, para agilizar y mejorar los resultados obtenidos.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar de manera mas frecuente estos indicadores a fin de establecer parámetros y métodos claros de uso, evaluación, análisis e interpretación de la información y sus resultados, a fin de estandarizar los métodos; esto permitirá el monitoreo no solo ambiental sino también de cantidad y calidad de la información que se esta produciendo.

La transformación acelerada de los hábitats, la falta de recursos económicos y la situación actual del país, requieren de la optimización del esfuerzo y el aprovechamiento de los recursos disponibles. Sería eficaz y eficiente generar una base de datos cuyos especímenes registrados cuente con identificación hasta especie y continuar con el proceso de construcción del SIG de las hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño con el fin de lograr una priorización de áreas y determinar endemismos, y riesgos de las especies propias de esta región.

Se debe aumentar el estímulo y el esfuerzo de colección en taxa y localidades con insuficiencia de registros y pensar en la colecta planeada de especímenes que cubran aquellos vacíos de información existentes para lograr un enriquecimiento de la colección biológica y la posibilidad a largo plazo de estudios y monitoreos ambientales a fin de poder establecer patrones ecológicos y biogeográficos en los organismos.

Se sugiere analizar el conjunto de datos en otras escalas espaciales, como puede ser el uso de celdas de diferentes tamaños que dividan el territorio colombiano, emplear las divisiones políticas y administrativas de Colombia (ej. Corporaciones regionales), o los ecosistemas; del mismo se recomienda tratar de establecer un análisis temporal, que permita saber como se están realizando las colectas a través del tiempo

Se recomienda aplicar el índice de complementariedad entre las fuentes bibliográficas, para comparar la información taxonómica y espacial.

En cuanto al proceso de curatoría y manejo de una colección se recomienda tener en cuenta las siguientes sugerencias:

- Se debe conservar la etiqueta original de aquellos ejemplares que sean donados de una colección a otra. En la nueva etiqueta asignada por la colección que recibe el ejemplar, debe haber un campo designado a señalar si el ejemplar pertenece a la colección por donación de una persona, una institución u otra colección.
- El asocio, vínculo o convenio con revistas taxonómicas o con otras colecciones nacionales e internacionales, proporciona al curador y/o director de la colección una

actualización constante de los cambios taxonómicos que sufre la familia Formicidae. Por esto se debe promover la formación de redes de intercambio de información entre investigadores y centros de investigación.

- Se debe promover el desarrollo de estándares y protocolos para el almacenamiento, evaluación, consolidación e integración de la información. Este proceso de estandarización de datos debe extenderse a todos los datos de los especímenes, comenzando desde la identificación, ubicación geográfica (coordenadas, altitud), fecha de colecta, determinador, hasta hábitat, método de colecta, fecha de determinación entre otros. Todo esto a través de un formato único de registro de información, que permita ingresar datos desde diferentes fuentes de información sin necesidad de incurrir en repetidos errores, permitiendo darle mayor relevancia a los datos, determinando la calidad de la información y de las investigaciones realizadas, y finalmente, convertirlos en metadatos, que serán los que nos proporcionaran y arrojaran información biológica sobre el estado real y actual de la biodiversidad.

En este sentido, es importante señalar que la estandarización a través de un formato único de registro de información, permitirá entre otros, mantener consistencia y calidad de los datos; aumentar la capacidad de análisis e interpretación de la información; facilitar la toma de decisiones para completar y ampliar el inventario nacional de biodiversidad; desarrollar estudios basados en distribución de las especies, no sesgados por las carencias de información y por la actividad irregular de colecta.

- Se sugiere emplear el formato de recopilación de datos aquí presentado (Anexo B) para integrar información de otros grupos de organismos y comparar de esta forma sus resultados. Esto evidencia la necesidad de uso y aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) como apoyo para el desarrollo oportuno y ágil de investigaciones que permitan obtener información biológica, etológica y ecológica de formícidos, al igual que su relación biogeográfica, garantizando precisión en la identificación y selección de áreas importantes para la investigación mirmecológica.

- Las colecciones propias de la región donde se realizan los muestreos debería obtener un duplicado de las investigaciones que se realicen en sus territorios. Del mismo modo, debe existir más estímulo en la investigación de formícidos en las instituciones pertenecientes a los departamentos de Cauca y Nariño, ya que el personal capacitado en la identificación y colecta de este grupo en estos departamentos es limitado; así se lograra incrementar el inventario local, regional y nacional de formícidos para Colombia.

- La participación de estudiantes a través de pasantías, permitiría el crecimiento de las colecciones y facilitaría el intercambio de material mirmecológico entre las colecciones.

Se deben estimular las iniciativas para la sistematización de registros de distribución de hormigas, provenientes de colecciones y literatura

Es importante revisar patrones de distribución biológica de los formícidos para evitar colectas innecesarias en lugares donde la presencia de los organismos es nula.

Las investigaciones medio ambientales en Colombia deben desarrollarse teniendo en cuenta los conflictos territoriales, pues constantemente los conflictos armados y los desplazamientos forzosos no solo cambian la geografía del país sino su cobertura geográfica, tanto en zonas conservadas como en rurales y urbanas (Estrada, 2007) y evitan el ingreso de investigadores a este tipo de biomas altamente diversos.

En el momento de priorizar áreas de investigación biología o las áreas aptas para la conservación, se recomienda hallar soluciones que conlleven a una buena relación entre el desarrollo humano y el ecosistema, siempre y cuando se mezclen estudios interdisciplinarios que conlleven a esta buena relación y por ende a un manejo sostenible del medio ambiente.

Para poder diseñar e implementar una política nacional orientada a la conservación, conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad es importante reconocer que existen causas directas e indirectas de su pérdida.

BIBLIOGRAFÍA

AGOSTI, D. y JOHNSON, N. F. Editors. 2005. Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (05/2005). Disponible en Internet: www.antbase.org

Alcaldía de Popayán, bienestar para todos. Sitio Oficial de la Alcaldía de Popayán en Cauca, Colombia. [En línea]. Popayán, Cauca: [Gobierno en Línea](#) del [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones](#), (citado noviembre de 2008). Disponible en Internet: www.popayan.gov.co/sitio.

Alcaldías Municipales de Nariño. Estrategia de Gobierno En Línea del orden Territorial (GELT). [En línea]. (citado septiembre de 2008). Ultima Actualización: 22 de noviembre de 2009. Disponible en Internet: NombredelMunicipio-narino.gov.co/nuestromunicipio.shtml

ACHURY, Rafael. Especies de hormigas atraídas a cebos de atún y relaciones de competencia con *Wasmania auropunctata* (R.) en parches de bosque seco y sus matrices. Trabajo de grado Biólogo. Cali: Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2007.

ALONSO, L.E. y AGOSTI, D. Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: An Overview, pp. 1-8. 2000. En: D. AGOSTI, J.D. MAJER, L.E. ALONSO y T.R. SCHULTZ, eds., Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press. Washington. 2000. 280 p.

ALVAREZ M., et al.. Curso de capacitación métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad con grupos indicadores. Programa de inventarios, grupo de Exploración y monitoreo ambiental – GEMA. Instituto Alexander von Humboldt IAvH, Vila de Leyva, 2004.

ARMBRECHT, I., TISCHER, I. Y CHACON, P. Nested subsets and partition patterns in ant assemblages (Hymenoptera, formicidae) of Colombian dry forest fragments. En: The Revista Pan-Pacific Entomologist. 2001. vol. 77, no.3, 196-209 p.

ANDRADE-C G., AMAT G. y FERNÁNDEZ F. (ed.) Insectos De Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No 10. Coedición con el centro editorial Javeriano. 2001. vol. 2. Santa fe de Bogotá. Colombia.

ARANGO, N., et al. Vacíos de conservación del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional. Editorial Sepia Ltda. WWF. Colombia, Instituto Alexander von Humboldt. 2003. 39 p.; ISBN: 958-95905-5-1.

ARCILA, A. y LOZANO-ZAMBRANO, F. Capítulo 9. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. En: FERNÁNDEZ, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la Región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 159-166 p.

ARIAS-PENNA T. M. Capítulo 5. Subfamilia Paraponerinae. En: JIMÉNEZ E., FERNÁNDEZ F., ARIAS T.M. Y LOZANO-ZAMBRANO F. H. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2007. Bogotá D. C., Colombia. 622 p.

ARIAS, T. Nota Breve Nuevos Registros de Especies de Hormigas de la Subfamilia Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae) Para Colombia. En: Caldasia. 2003. vol. 25, no 2, 429-431 p.

ARMBRECHT, I. y ULLOA-CHACÓN, P. The little ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. En: Environmental Entomology. 2003. vol. 32, no. 3, 542-547 p.

ARMBRECHT, I., et al. An Ant Mosaic in the Colombian Rain Forest of Chocó (Hymenoptera: Formicidae). En: Sociobiology . 2001. vol. 37, no. 38, 497 p.

ARMBRECHT, I., y PERFECTO, I. Diversidad de Artrópodos en los Agroecosistemas cafeteros, Actas Del Simposio Café y Biodiversidad, San Salvador 2001. Universidad de El Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas. En: Revista Protección Vegetal. 2001. Año 12; No. 2 (edición especial)

BAENA. M. Y ALBERICO M. Relaciones Biogeográficas de las hormigas de la Isla Gorgona. En: Revista Colombiana de Entomología. 1991. vol. 17, no.2, 24-31 p.

BANDA, A. Y SARMIENTO, M. Identificación y evaluación del estado de Unidades de Paisaje en Áreas Protegidas: Parque Nacional Natural Sumapaz. Trabajo de grado Geógrafo. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Humanidades, Departamento de Geografía, 2004. 144 p.

BASTIDAS, A. Y SARMIENTO, M. Capítulo Hormigas. Diversidad en la reserva natural el Charmolan. En prensa

BASTIDAS, A. Y SARMIENTO, M. Composición y estructura de la comunidad de hormigas en un bosque seco- Reserva Natural EL Charmolan (Resultados Preliminares). En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. “Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo” (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Resúmenes. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 181 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

BAYSCIENCE FOUNDATION, INC. ZipcodeZoo.com. [base de datos en línea]. London. (revisado 18 de mar de 2009). 2004-2009. Disponible en Internet: <http://zipcodezoo.com/default.asp>

BECKER, P. National Center for Geographic Information and Analysis, State University of New York At Buffalo. GIS Development Guide. Local Government GIS Demonstration Grant. New York. 2009. Disponible en Internet: www.geog.buffalo.edu/nggia/sara/volunej/pdf

BIODIVERSITY HOTSPOTS. Conservation International. [En línea]. 2007. (citado 14 marzo de 2009). Disponible en Internet: http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/tumbes_choco/Pages/default.aspx

BIODIVERSITY SCIENCE UNIT. Conservation international. [online]. 2007. (citado junio de 2009) Disponible en Internet: <http://andescbc-bsu.org/andesespanol.html>.

BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. En: Memories of the American Entomological Institute, 71. The American Entomological Institute, Gainesville. 2003.

BUSTOS, J. Y ULLOA-CHACÓN, P. Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla tropical. (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). En: Revista Biología Tropical. 1997. vol. 44, no. 3 y vol. 45, no. 1, 259-266 p.

BUSTOS, J. Contribución al conocimiento de la fauna de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del occidente del departamento de Nariño (Colombia). En: Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 1994. vol. 2, no. 1-2, 19-30 p.

CABRERA, G., et al. Planificación Ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el Piedemonte Amazónico Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C, Colombia, 2009, 20 p. (Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, no. 2).

CABRERA, S. Diversidad de hormigas en la Reserva Natural Rio Ñambí. Barbacoas, Nariño. Trabajo de grado Biólogo, San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología, 2007.

CAMPOS, Diego Y FERNÁNDEZ, Fernando. Diversidad de Insectos en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt; Bogotá D.C, Colombia. En: Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES 2002. COSTA, C., et al. (Eds.). Zaragoza, 2002. Sociedad Entomológica Aragonesa 297-300 p. ISBN: 84-922495-8-7

CASTAÑO-URIBE, C. Paramos y Ecosistemas Altoandinos de Colombia en condición Hotspots y Global Climatic Tensor. [Documento en Línea]. Colombia, 2002. (citando 14 marzo de 2009). Anexo. CEBALLOS, J., MARTÍNEZ, N. Y RINCON, M. Descripción Geomorfológica de la alta montaña por zonas geográficas, 382 y 383 p. Disponible en Internet: www.ideam.gov.co/publica/Paramos/anexo.pdf

COLWELL, R. Y CODDINGTON, J. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1994. Series B.345:101-118.

Conozcamos Nariño. Municipios de Nariño. [En línea]. San Juan de Pasto, Nariño: Universidad Mariana, (citado noviembre de 2008) Disponible en Internet: www.umariana.edu.co/municipios_narino.htm

CORTES, A. Y MORALES, A. Cultivos ilícitos y conflicto armado en la región surcolombiana. “reintegremos los problemas para integrar la región”. [PDF en Línea]. Universidad nacional de Colombia, Bogotá D.C. HAMANN, Franz (ed.). Edición No.14, revisión octubre - diciembre de 2004. Ensayos de Opinión. WEBPONDO.ORG. Recursos para Economistas y Colombia. Disponible en Internet: www.webpondo.org/files_oct_dic_03/CultivosMauricioCortes.pdf

CRUZ, K. Y OCAÑA, D. Reconocimiento e identificación de hormigas cortadoras de hojas en la Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco – Nariño. Trabajo de grado Biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de ciencias exactas y naturales. Departamento de Biología. 1999.

DELGADO, Juliana. Evaluación de potencial de integración y análisis de registros de aves de Colombia. Trabajo de grado Biólogo. Bogotá D.C: Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Diciembre de 2001. 149 p.

DUQUE, Claudia et al. Plan de Acción en Biodiversidad del Departamento de Nariño 2006-2030. Ed. Corponariño. Colombia, 2009, vol. 0 525 p. ISBN: 978-958-98934-0-1.

ECHANDÍA C. Y BECHARA E., 2006. Conducta de la guerrilla durante el gobierno Uribe Vélez: de las lógicas de control territorial a las lógicas de control estratégico. Dossier - 4 años del gobierno Uribe: balance y perspectivas. Este artículo se elaboró en el marco del proyecto “Seguimiento y análisis del conflicto armado en Colombia”, de la línea de investigación sobre Negociación y manejo de conflictos del CIPE de la Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales. Mayo-agosto, 2006: págs. 31-54, ISSN 0121-4705

ECHEVERRY, Mauricio y RODRÍGUEZ, John. Análisis De Un Paisaje Fragmentado Como Herramienta Para La Conservación De La Biodiversidad En Áreas De Bosque Seco Y Subhmedo Tropical En El Municipio De Pereira, Risaralda Colombia. En: Scientia et Technica. Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701 405-410 p.

Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Terrestres (Biomasa) y Coberturas vegetales: Fuente: Escala: 1:500.000. 2007. Formato: Shape.

ESCALANTE, T. LLORENTE, J. ESPINOSA, D. N Y SOBERON, J. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. 2000. vol. 24, no. 92, 325-341 p.

ESTRADA, C. y FERNÁNDEZ, F. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). En: Revista de Biología Tropical. 1999. vol. 47, no. 1,2, 189-201 p. Disponible también en Internet: <http://www.svielo.sa.cr/scielo.php>

ESTRADA, F. Retos y desafíos en la investigación científica. Medio ambiente y conflicto. [En Línea]. Analítica Consulting 1996. Revisión octubre de 2007. Disponible en Internet: www.analitica.com

FANDIÑO, M. Y VAN-WYNGAARDEN, W. 2008. Ecosistemas secos de Colombia en las prioridades de conservación biológica y su clasificación ecológica y biogeografía. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. “Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo” (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Simposios. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 39 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

FERNANDEZ, F. Y SENDOYA, S. Special Issue: List of Neotropical Ants. En: Biota Colombiana. Junio de 2004. vol. 5, no. 1 (monográfico). 5-105 p.

FERNÁNDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Smithsonian Institution Press. Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 398 p. ISBN: 958-8151-23-6

FERNÁNDEZ, F. Revisión de las hormigas *Camponotus* subgénero *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). En: Papéis Avulsos de Zoología. Museu de Zoologia Da Universidade de Sao Paulo. 2002. vol. 42, no. 4, 47-101 p.

FERNÁNDEZ, Fernando. Hormigas de Colombia. IX: Nueva especie de *Lenomyrmex* (Formicidae: Myrmicinae). En: Revista Colombiana de Entomología. 2001. vol. 27, no. 3,4. 201-204 p.

FERNÁNDEZ, Fernando. Sistemática de los Himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y Perspectivas. En: Hacia un proyecto CYTED para el inventario y Estimación de la diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. MARTIN-PIERA, F., MORRONE, J. Y MELIC, A. (Eds.). Zaragoza, 2000. Sociedad Entomológica Aragonesa vol. 1, 240 – 241 p.

FERNÁNDEZ, Fernando. Las hormigas cazadoras del genero *Ectatomma* (Formicidae: Ponerinae) en Colombia. En: Caldasia. 1991. vol. 16, no. 79, 551-564 p.

FERNÁNDEZ, F. y BAENA-H, M. 1997. Hormigas de Colombia VII: Nuevas especies de los géneros *Lachnomyrmex* y *Megalomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). En: Caldasia. 1997. vol. 19, no. 1-2, 109-114 p.

FERNÁNDEZ, F. y PALACIOS, E. Capitulo 49: Familia Formicidae. En: FERNÁNDEZ, F Y M.J. SHARKEY (ed.) Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Bogotá D.C, 2006, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, 894 p.

FERNÁNDEZ, F. y PALACIOS, E. Clave para la *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) del Norte de Suramérica, con la descripción de la nueva especie. En: Revista de Biología Tropical. 1997. vol. 45, no. 4, 1649-1661 p.

FERNÁNDEZ, F y PALACIOS, E. Hormigas de Colombia IV: nuevos registros de géneros y especies. En: Caldasia. 1995. vol. 17, no. 82-85, 587-598 p.

FERNÁNDEZ, F., et al. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. En: ANDRADE-C, G., AMAT, G., Y FERNÁNDEZ, F. (ed.). Insectos De Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 1996. Colección Jorge Álvarez Lleras No 10. Coedición con el centro editorial Javeriano. Santa fe de Bogotá. Colombia.

Gacetero Digital de Localidades, 2006. [Gacetero en Línea].UNISIG. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2006.

GALINDO, G., et al. Planificación ecorregional para la conservación de la biodiversidad en los Andes y en el Piedemonte amazónico colombianos. Serie Planificación Ecorregional para la Conservación de la Biodiversidad, No. 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Agencia Nacional de Hidrocarburos, The Nature Conservancy, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. Colombia. 22 p.

GALLEGO, M. et al. Factores Microambientales y Diversidad de Hormigas en Bosque Seco tropical. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. “Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo” (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 90 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

GALLEGO, M. Y MERA, Y. Hormigas del bosque seco tropical, Cerro de Manzanillo, Cauca-Colombia. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. “Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo” (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 201 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

Global Gazetteer Version 2.1. [Gacetero Online]. Rain Genomics, Inc. Jan 26, 2006 Copyright 1996-2006 by Falling. Last Modified: March 18, 2009. Disponible en Internet: www.fallingrain.com/world/

Global Diversity Information Facility. Version 1.2.6. [Database online]. (Published: September 30, 2009). Disponible en Internet: www.gbif.org

Gobernación del Cauca. Sitio Oficial de Gobernación del Cauca, Colombia. [En línea]. Popayán, Cauca: [Gobierno en Línea](http://www.gobcauca.gov.co/) del [Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones](http://www.gobcauca.gov.co/), (citado septiembre de 2008). Disponible en Internet: www.gobcauca.gov.co/.

GoogleEarth. Gacetero Mundial. [Gacetero En Línea]. Google, Inc. 2009. Disponible en Internet: earth.google.es/

GUERRERO-F, ROBERTO J and OLIVERO-G, DEIVER Y. Nuevos registros de hormigas del Caribe Colombiano, incluyendo claves taxonómicas para *Acanthoponera*, *Heteroponera* y *Platythyrea*. En: Revista Colombiana de Entomología. [Online]. June/Dec. 2007, vol.33, no.2 [cited 24 November 2009], p.191-196. Available from World Wide Web: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882007000200019&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-0488.

HALFFTER, G. Y EZCURRA, E. ¿Qué es la biodiversidad?. En: HALFFTER, G. (compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. 1992. volumen especial. 3-24 p.

HERNÁNDEZ, J., A. HURTADO, R. ORTIZ Y T. WALSCHBURGER. Unidades Biogeográficas de Colombia. En: HALFFTER, G. (compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana. 1992. volumen especial. 105-151 p.

HÖLLDOBLER, B. y WILSON, E. The Ants. 1990. Harvard University Press, Cambridge.

IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreís e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 2007. Bogotá, D.C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Indicador de Fragmentación de los Ecosistemas. [Hoja Metodológica en Línea]. Instituto Alexander von Humboldt. Sistema de indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Unidad de Sistemas de Información Geográfica SIG. Bogotá, mayo del 2002. Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/sig/Anexoll/Indfragmenta.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. División Político – Administrativa (Departamentos, Municipios). Escala: 1:100.000. Formato: Shape.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Centros Poblados (Capitales Departamentales): Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Escala: 1:500.000. Formato: Shape.

Instituto Nacional en Biodiversidad – INBio. Primer Informe Trimestral de Avance. Red Temática de Especies y Especímenes. Red Iberoamericana de Información sobre Biodiversidad - IABIN. INBio, Abril de 2006. 173 p.

IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Ecosistemas Terrestres (Biomás). Escala: 1:500.000. Bogotá, 2007. Formato: Shape

JAFFE, K., LATTKE, J. Y PÉREZ, E. El mundo de las hormigas. Equinoccio Ediciones. 1993. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 p.

JIMÉNEZ, E., LOZANO – ZAMBRANO, F. H. Y ÁLVAREZ, G. 2007. Capítulo 11: Diversidad alfa y beta de hormigas cazadoras del suelo en tres paisajes ganaderos de los Andes Centrales de Colombia. En: JIMÉNEZ, E., FERNÁNDEZ, F., ARIAS, T.M. Y LOZANO-ZAMBRANO, F. H. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia, 2007. 440 p. Disponible e Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt/>

JOHNSON, Norman. Hymenoptera Name Server version 1.5. [Database Online]. Programming is the responsibility of NFJ. Significant assistance in the development of the database was made by Musetti, Luciana. 2007. This material is based upon work supported by the National Science Foundation under grant DEB-9521648.

La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. HALFFTER, G. Unidades Biogeográficas de Colombia. HERNÁNDEZ, J., et al. Escala 1:4.000.000 aprox. México. Instituto de Ecología, A.C. 2007. 1 plano: 52.5 x 36.5 cm.

LATKE. Capítulo 16: subfamilia Paraponerinae, En: FERNÁNDEZ, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la Región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. 2003. XXVI

LATKE, J.E. Conservación de una colección de hormigas. En: FERNÁNDEZ, F. (ed.) Introducción a las hormigas de la Región Neotropical. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia. 2003. XXVI, 211-218 p.

LATKE, J. Studies of Neotropical Amblyopone Erichson (Hymenoptera: Formicidae). En: Contributions in Science. 1991. No. 428, 1-7 p.

LOS HOTSPOTS DEL PLANETA: DIVERSIDAD PARA CONSERVAR Y GENERAR NEGOCIOS MILLONARIOS. [Foro en Línea]. Malagá, España. Goyeneche Guevara, Martha. Ecoestrategia.com. Foro Económico Ambiental. pp.2. (citada 14 marzo de 2009). Disponible en Internet: <http://www.ecoestrategia.com/articulos/hemeroteca/hotspots.pdf>

Los Sistemas de Información Geográfica - SIG. [En línea]. Bogotá D.C. instituto Alexander von Humboldt. 2009. (citado febrero de 2008). Disponible en Internet: <http://www.humboldt.org.co/humboldt>

LOZANO-ZAMBRANO, F.; ULLOA-CHACÓN, P. Y ARMBRECHT, I. Ants: Species-Area Relationship in Tropical Dry Forest Fragments. En: Ecology, Behavior And Bionomics. January - February 2009. vol. 38, no. 1, 44-54 p.

MACKAY, W. y MACKAY, E. A new species of the ant genus *Pachycondyla* F. SMITH, 1858 from Ecuador (Hymenoptera: Formicidae). En: Myrmecologische Nachrichten. 2006. vol. 8, 49-51 p.

MARIACA, M. Se incrementan de 25 a 34 los lugares críticos en biodiversidad (Hotspots) del planeta. Las "salas de emergencia" del medio ambiente albergan al 75 por ciento de los mamíferos, aves y anfibios más amenazados del planeta. [En Línea]. Coordinadora de Comunicaciones. Conservación internacional Bolivia. Febrero 2 de 2005. (citado julio de 2009). Disponible en Internet: ibcperu.nuxit.net/doc/isis/6511.pdf, 2 p.

MARTIN-PIERA F. Conclusiones del Iº Taller Iberoamericano de Entomología sistemática. PRIBES 2000. Proyecto iberoamericano de biogeografía y Entomología Sistemática [Documento en Línea]. Villa de Leyva (Colombia), 28 Junio al 5 de Julio de 1999. Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva (Entomología). Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid, España. Disponible en Internet: http://entomologia.rediris.es/pribes/pribes2000/conclusionesl_i_taller.htm

Municipios. Gobernación de Nariño. Página oficial del ente ejecutivo del departamento de Nariño. Última modificación 23 de noviembre de 2009. Disponible en Internet: http://www.gobernacion-narino.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&id=106&Itemid=118

MURILLO, J. I. Evaluación de la distribución y estado actual de los registros Ornitológicos de los Llanos Orientales Colombianos. Trabajo de grado Biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 2005.

NatureServer. A Network Connecting Science with Conservation. [Online]. 2009 NatureServe. Disponible en Internet: www.natureserve.org

OSORIO, A. Y CHACÓN DE ULLOA, P. 2008. Hormigas en el paisaje del bosque seco del valle geográfico del río Cauca (Colombia). pp. 172. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. "Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo" (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 172 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

PÁEZ, V. El valor de las colecciones biológicas. En: Actualidades Biológicas. 2004. vol. 26, no. 81, 2 p.

PARRA, V. et al. 2004. Listado mirmecofaunístico del Parque Zoológico Africam Safari. Elementos.: Ciencia y Cultura. [En línea]. vol. 52, no. 10, 49-51. (Citado mayo de 2009). 49 p. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. ISSN: 0187-9073. Disponible en Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/294/29405208.pdf>.

Proyectos Insectos de Colombia. **Grupo De Exploración Y Monitoreo Ambiental**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Contacto responsable: ARIAS, D. Disponible en Internet: <http://araneus.humboldt.org.co/insectos/index.html>.

POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD, III INFORME NACIONAL, [En Línea]. Colombia. Docstoc, Find and Share Professional Documents. 2009. (citado agosto de 2009). Disponible en Internet: [www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-\(Spanish-version\)](http://www.docstoc.com/docs/11916982/CBD-Third-National-Report---Colombia-(Spanish-version))

POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. [Documento en línea]. Bogotá D.C. República de Colombia. Ministerio del Medioambiente. Departamento nacional de planeación Instituto "Alexander von Humboldt" (citado junio de 2009). Revisado 13 de septiembre de 2009. 9-14 p. Disponibilidad en Internet: www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/POLI/Biodiversidad.doc.

RAMÍREZ M. y CALLE D 2004. Ecología de hormigas en sistemas silbo pastoriles. Deposito de documento de la Food and Agriculture Organizations of the United Nations. – [documentos en Línea] Fundación CIPAV, Cali, Colombia. Agroforestería para la producción animal en América Latina - II. (Citado junio de 2008) Disponible en Internet: www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s06.htm

RODRÍGUEZ, K. Y ROMERO, C. (1999). Riqueza y diversidad de Formicidae (Hymenoptera) en estados sucesionales de Bosque, Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco - Nariño. Trabajo de grado biólogo. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 1999.

RUDAS, G., et al. Indicadores de seguimiento de la Política de biodiversidad en la amazonia colombiana: informe final de resultados. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, programa de investigación en política y legislación, indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad, unidad de sistemas de información geográfica, proyecto diseño e implementación del sistema indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la amazonia colombiana. 2001. Bogotá, 12 de julio del 2002.

RUIZ, C. Elementos para una prospectiva mínima del conflicto en el Cauca. [Documento de trabajo en Línea], [FUNCOP](http://www.funcop.gov.co) CAUCA. Popayán: Revisada 07 de junio de 2009. (citado agosto de 2009). Disponible en Internet: <http://webs.demasiado.com/cjuen/PROSPECTIVA.htm>.

RUIZ, E. Hábitos parasíticos y alimenticios de las familias de himenópteros de la reserva de la biosfera "el cielo" de Tamaulipas. Conferencia Inaugural del Primer Simposio de Agroecología. Escuela de Agronomía, UASLP. 1991

SALAMAN, P. the Study of an Understorey Avifauna Community in an Andean Premontane Pluvial Forest. Wolfson College, University of Oxford. 2001.

SANDOVAL, V. Reconocimiento taxonómico de las especies de hormigas del genero *Cephalotes* Latreille, 1802 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) de Colombia. Trabajo de grado Biólogo con énfasis en Zoología. Popayán: Universidad del Cauca, Facultad de Educación, Departamento de biología. 2005

SANDOVAL, V. E. y G. ZAMBRANO. Catalogo de las hormigas presentes en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Taller editorial de la Universidad del Cauca. Popayán, 2004. 60 p.

SARMIENTO, M. Diseño e Implementación del SIG de la Reserva Natural La Planada. Documento de Trabajo. Programa de conservación. Fundación FES Social – Reserva Natural La Planada. Santiago de Cali. 2006

SHARKEY, M. J. Reporte de hormigas encontradas para el Parque Nacional Natural Isla Gorgona. Universidad de Kentucky. 2004. En Línea] (citado: abril de 2007). Disponible en Internet: www.uky.edu/cgi-bin/cgiwrab/mjshar0/gorgona.cgi

SIMANCA, R., et al. Ensamblaje de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la Reserva Natural Las Delicias, Santa Marta-Colombia. En: III Congreso Internacional de Ecosistemas secos. “Experiencias y Estrategias para su conservación y manejo” (9-14 de noviembre de 2008, Santa Marta, Magdalena) Carteles. Bogotá. Rodríguez M., G. M.; Guerra G., E.; Reyes B., S.; Banda R., K. Fundación Ecosistemas Secos. 2008. 193 p. ISBN: 978-958-98766-0-2.

SISTEMA DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA – SIB. Un modelo para la gestión de información ambiental en el país. Presentación Taller Sistemas de Información Biológica, RNOA Cali. Agosto 2 – 5 de 2004.

SUÁREZ-MAYORGA A. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB). Una estrategia para apoyar la conservación de la biodiversidad de nuestro país, Administradora líder de datos e información, Equipo Coordinador SIB. [Presentación en ppt en línea]. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt. 2007. Disponible en Internet: olla.berkeley.edu/ornisnet/files/IntroSIB%20General%202007.ppt

TINAUT, A. Una investigación de la UGR utiliza a las hormigas como bioindicadores de calidad ambiental. Universia. Crónica Universitaria. [En línea]. España. 05 de febrero de 2002. (citado abril de 2008). Ciencia y NN.TT. Disponible en Intenet: http://www.universia.es/html_estatico/portada/actualidad/noticia_actualidad/param/noticia/bddjg.html

TROCHE, SC. Análisis del cambio de Cobertura y fragmentación del hábitat en el Municipio de Independencia-Una propuesta metodológica simple para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Tesis de Maestría, profesional en suelos. Bolivia: Centro de levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. 2001. 44 p. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/60.pdf>

VALLEJO, M. Y ACOSTA, A. Aplicación de indicadores de conocimiento sobre biodiversidad para el diagnóstico y comparación de colecciones biológicas. *Nova*, julio-diciembre, año-vol.3, número 004. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia, pp. 48-57. 2005.

VEJARANO, P., Asociación de *Wasmania auropunctata* (ROGER) (Hymenoptera: Formicidae) con epífitas y heliconias en fragmentos de bosque seco tropical. Trabajo de grado Biólogo. Cali: Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 2005.

VIVAS, A., 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, 2003. 27 p.

VIVAS, A. Y ZALAMEA, M. Propuesta para la implementación de un sistema de indicadores del estado de conocimiento sobre la biodiversidad en Colombia. Versión 2.1 (Electrónica). Instituto –Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá, 2003. Colombia. 31 p.

ANEXOS

Anexo A. Tabla de Registros Mirmecológicos

# de registro	# de colección	TAXÓN							LOCALIZACIÓN						
		Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Género	Especie	<i>Nombre Científico</i>	Departamento	Municipio	Corregimiento	Vereda	Localidad	Altitud mínima	Altitud máxima o única

COBERTURA GEOGRÁFICA			COORDENADAS GEOGRÁFICAS							
Bioma	Cobertura Vegetal	Distrito biogeográfico	Latitud grados	Latitud minutos	Latitud segundos	Longitud grados	Longitud minutos	Longitud segundos	Latitud en grados decimales	Longitud en grados decimales

DATOS DE COLECTA											
Fecha de colecta inicial	Fecha de colecta final o única	Nivel de precisión	Fuente geográfica	Depositada en colección - museo - fuente	Sigla de la colección	Colector	Determinador	Fecha de determinación	Casta	Hábitat	Método de captura

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA							
Autor (es)	Título	Revista - libro - boletín	Categoría publicación	Categoría temática	Referencia	Año	Correcciones

Anexo B. Hojas metodológicas indicadores del estado actual del conocimiento.

B.2. Indicadores de Representatividad

Representatividad taxonómica de colecciones por grupos biológicos

Definición: Es una medida de la representación que un determinado taxón *i* tiene (especie, género, familia, o cualquier grupo biológico), dentro de un conjunto que sirve de referencia. En este caso, el conjunto de referencia es la riqueza de especies (del taxón) reportada para Colombia. El indicador puede ser calculado utilizando la información contenida en una colección biológica o en un conjunto de ellas.

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia; Publicaciones especializadas en taxonomía de los grupos biológicos que representan las bases de datos a evaluar.

Formato de Resultados: Gráficas de frecuencias, aunque para la presentación de resultados se puede combinar con el indicador de representatividad geográfica, mediante gráficas de dispersión.

Interpretación: El indicador muestra el valor porcentual de los taxones almacenados en una colección dada, respecto de un total de riqueza estimada para el país, para el mismo taxón; sin embargo, el análisis de éste indicador debe realizarse cuidadosamente, en virtud de la incertidumbre taxonómica que representa cualquier valor estimado de riqueza seleccionado para un taxón dado en Colombia, inferido a partir de la

alta diversidad de especies de los grupos de organismos que pueblan el territorio nacional, y frente a la disparidad de criterios entre autores en cuanto al número de especies de un taxón dado. Se recomienda entonces, elaborar varias pruebas con diferentes estimados de riqueza, provenientes de autores diferentes, y tomar como referencia aquellos de mayor consenso, para su interpretación. Una limitación importante del indicador es que sólo se puede aplicar sobre bases de datos de colecciones que hacen referencia al mismo grupo biológico.

Indicadores relacionados: Indicador de representatividad taxonómica del Registro Nacional de Colecciones Biológicas; Indicador de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de complementariedad taxonómica; Indicador de representatividad de especies en peligro, en colecciones; Indicador de cantidad de información en colecciones; Indicador de cobertura geográfica de colecciones

Ejemplo: El ejemplo que aparece en el Anexo 5 muestra la aplicación del indicador sobre los datos de algunas colecciones entomológicas del Instituto Humboldt ($N > 12000$ registros), en donde se presenta la proporción de especies almacenadas en cada conjunto de datos,

con respecto a la riqueza reportada o estimada para cada taxón, para la región andina colombiana. Se observa que la colección de mariposas Schmidt_Mumm presenta unos valores excepcionalmente altos de este indicador, mientras que las

demás colecciones de otros grupos de insectos mantienen sus valores por debajo del 20%, indicando que cuentan con relativamente pocas especies, frente a los estimados para dichos grupos, en la región andina colombiana.

Representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos

Definición: Es una medida de la representación que un determinado taxón *i* tiene (especie, género, familia, o cualquier grupo biológico), dentro de un conjunto de áreas geográficas o áreas de interés *h* (departamentos, CAR, AME, biomas, o cualquier otro conjunto) que sirve de referencia. El indicador puede ser calculado utilizando la información contenida en una colección biológica o en un conjunto de ellas.

Fuentes de Información: Colecciones Biológicas de Colombia; Coberturas geográficas de Colombia.

Formato de Resultados: Gráficas de frecuencias, aunque para la presentación de resultados se puede combinar con el indicador de representatividad taxonómica por grupos biológicos, mediante gráficas de dispersión.

Interpretación: Este indicador muestra la proporción de territorio cubierta por el área de influencia de las colecciones en relación con el total del territorio considerado (generalmente todo el país), evidenciando aquellas colecciones que han adelantado mayores esfuerzos de colecta sobre el territorio colombiano. Idealmente debe aplicarse sobre bases de datos que contengan información

sobre el mismo grupo biológico, para hacer más robusta la comparación, aunque esto no necesariamente se convierte en un factor limitante para la aplicación del indicador.

Indicadores relacionados: Indicador de representatividad taxonómica del Registro Nacional de Colecciones Biológicas; Indicador de representatividad taxonómica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de complementariedad geográfica; Indicador de cobertura geográfica de colecciones; Indicador de intensidad de muestreo en colecciones; Indicador de cantidad de información en colecciones.

Ejemplo: El ejemplo que ilustra la aplicación de este indicador (Anexo 6) se elaboró con base en algunas colecciones entomológicas del Instituto Humboldt, con datos para la región andina colombiana, comparando la distribución de las localidades de colecta sobre el mapa, contra diferentes coberturas geográficas (departamentos, biomas, paisajes y parques naturales de Colombia), obteniendo la proporción de éstas áreas representadas en cada colección, contra el número total de dichas áreas existentes sobre la unidad

geográfica de estudio (en este caso, la región andina colombiana). Así, se aprecia que la colección de Mariposas Schmidt-Mumm cuenta con una alta representatividad en los diferentes niveles geográficos evaluados, excepto, en cuanto a los parques naturales, comparativamente con las demás colecciones biológicas. Las demás colecciones presentan valores variables,

que se mantienen por debajo del 50% en la mayoría de los casos, y permitiría tomar decisiones en cuanto a la intensificación de los muestreos para algunos grupos de organismos, en las colecciones biológicas.

B.2 Indicadores de Complementariedad

Complementariedad taxonómica (entre pares de conjuntos de datos)

Definición: Es una medida de la disimilitud que existe entre los reportes de existencia de un determinado taxón *i* (especie, género, familia, o cualquier grupo biológico), en un conjunto de colecciones biológicas *h*, y los reportes de existencia de otro taxón *j* reportado para ese mismo conjunto de colecciones, y con los cuales se desea comparar. Se usa el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington (1995). Es una medida de disimilitud de conjuntos de datos en términos taxonómicos.

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia

Formato de Resultados: Matriz de disimilitud.

Interpretación: El cálculo de este indicador se da entre parejas de conjuntos de datos, lo cual se convierte en una de sus mayores limitaciones, por cuanto no permite obtener un valor de complementariedad total para un conjunto de colecciones dado. Entonces,

el valor de complementariedad fluctúa entre el cero y la unidad, tomando valores cercanos a cero (0) cuando la cantidad de especies compartidas entre las dos colecciones evaluadas es proporcionalmente alta, mientras que los valores tendientes a uno (1) entre pares de colecciones indican que la cantidad de especies únicas almacenadas en ellas aumenta. Cuando los valores son altos (cercanos a 1) la suma de las dos colecciones aporta una mayor cantidad de especies (o cualquier otra jerarquía taxonómica evaluada), que cuando los valores son bajos (cercanos a 0), permitiendo identificar las fuentes de información más adecuadas para investigaciones taxonómicas, en virtud de su alta complementariedad. Otra limitación importante del indicador es que las bases de datos hagan referencia al mismo grupo de organismos; de lo contrario los valores siempre serán uno (1).

Indicadores relacionados: Indicador de representatividad taxonómica de

colecciones por grupos biológicos; Indicador de representatividad taxonómica del Registro Nacional de Colecciones Biológicas.

Ejemplo: El ejemplo que figura en el Anexo 8, muestra la aplicación del indicador sobre los datos de cuatro colecciones de herbario (MO, FMB, JAUM e INCIVA; N >38000 registros), arreglados en una matriz de complementariedad. Los valores encontrados muestran que las proporciones de especies únicas entre las colecciones evaluadas es alta (superiores al 80%), indicando que su información taxonómica en el nivel de

especie es complementaria, y la integración de estos conjuntos de datos permiten abarcar una mayor proporción de taxones colectados sobre la región andina colombiana. Este indicador permite evidenciar la importancia de la integración de fuentes de datos de diverso origen, así como el valor de los datos que se encuentran almacenados en colecciones del exterior (para este ejemplo sería el herbario de Missouri Botanical Garden -MO), y la importancia de su repatriación en aras de la construcción de conocimientos sobre biodiversidad.

Complementariedad geográfica (entre pares de conjuntos de datos)

Definición: Es una medida de la disimilitud que existe entre los reportes de existencia de una colección dada, en un conjunto de áreas geográficas o áreas de interés *h* (departamentos, CAR, AME, biomas, o cualquier otro conjunto) y los reportes de existencia de otra colección *j* para ese mismo conjunto de áreas y con los cuales se desea comparar. Se usa el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington (1995).

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia.

Formato de Resultados: Matriz de disimilitud.

Interpretación: La interpretación de este indicador se da en la misma forma que el de complementariedad taxonómica, pues los valores dan en un rango entre el cero (0) y la unidad (1), acercándose a cero

cuando las regiones geográficas muestreadas por una pareja de colecciones no se complementan, es decir, son las mismas, y acercándose a uno (1), en la medida en que dichas colecciones han colectado registros en regiones diferentes, y por lo tanto su información en este sentido resulta complementaria. Se recomienda que los pares de conjuntos de datos sobre los cuales se aplique el indicador, hagan referencia al mismo grupo biológico, lo que le da robustez al resultado.

Indicadores relacionados: Indicador de complementariedad taxonómica de conjuntos de datos por grupos biológicos; Indicador de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de cantidad de información en colecciones; Indicador de densidad de

información de colecciones por unidad de área.

Ejemplo: En el Anexo 9 se puede consultar la aplicación de este indicador a los datos de algunas colecciones entomológicas del Instituto Humboldt (N >12000 registros), arrojando resultados de diferentes valores, mostrando las proporciones de especies únicas entre cada pareja de colecciones, en dos

Complementariedad total

Definición: El indicador de complementariedad total entre conjuntos de datos (CCT) muestra el grado en que es compartida la información taxonómica o geográfica en un grupo de conjuntos de datos, tomando como criterio el número de éstos en que están presentes los diferentes taxa o unidades geográficas.

Pertinencia: La complementariedad total entre colecciones biológicas (CCT) ofrece una perspectiva general de la replicación de esfuerzos de muestreo en el nivel geográfico o taxonómico en un grupo dado de conjuntos de datos. Por otro lado, también indica el grado de interacción entre instituciones, por ejemplo en intercambio de material biológico, o en proyectos conjuntos entre colecciones. En síntesis, refleja la cantidad de información única y compartida entre los conjuntos de datos evaluados.

Unidad de medida: Porcentajes

niveles de agregación espacial, los departamentos (Tabla A) y los ecosistemas de Colombia (Tabla B). La interpretación de este ejemplo no resulta muy clara, dado que los conjuntos de datos comparados pertenecen a grupos de organismos diferentes, mientras que al comparar datos del mismo grupo biológico, las inferencias desde el punto de vista geográfico a que se pueden llegar, resultan más robustas.

Fórmulas:

$$CGT = (R_1/S_T) + (R_2/S_T)/2 + \dots + (R_n/S_T)/n$$

Donde,

R_{1,2...n} = Número de taxa o unidades geográficas que están registradas en 1,2...n conjuntos de datos.

S_T = Número total de taxa o unidades geográficas existentes en el conjunto de colecciones.

n = Número máximo de conjuntos de datos que comparten unidades taxonómicas o geográficas.

Descripción metodológica

Proceso de cálculo general del indicador:

A partir de una matriz de presencia-ausencia de especies o unidades geográficas en los conjuntos de datos, se aplica la fórmula de CCT identificando las que se encuentran contenidas en una, dos, tres colecciones, hasta el número máximo de taxa o unidades geográficas contenidas en ellas.

El valor de este índice de complementariedad varía entre cero y la unidad (uno (1) cuando las fuentes de datos contienen información diferente

unas de otras (datos taxonómicos o geográficos únicos), y cero (0) cuando las colecciones comparten la totalidad de dicha información).

Limitaciones del indicador

No toma en cuenta el número de colecciones evaluadas, sino la representatividad de unidades taxonómicas o geográficas presentes en los conjuntos de datos.

Cobertura

El ejemplo que se expone en la presente hoja involucra todo el país, pero, este indicador puede calcularse para la cobertura especificada por los datos con los que se cuente.

Fuente de los datos

Bases de datos de las colecciones de insectos del Instituto Alexander von Humboldt. La información utilizada corresponde a las colecciones: (1) Fam. Platygasteridae, (2) Fam. Chalcididae, (3) Fam. Scelionidae, (4) Superf. Proctotrupoidea (Hymenoptera) - Proyecto Diversidad de Insectos de Colombia, (5) Superf. Chrysidoidea (Hymenoptera) - Proyecto Diversidad de Insectos de Colombia, (6) Fam. Pompilidae - Proyecto Diversidad de Insectos de Colombia, (7) Fam. Cerambycidae y Curculionidae, y (8) Colección de Mariposas Ernesto Wolfgang Schmidt-Mumm. Algunas bases de datos de insectos no se integraron en el modelo dado que carecían de información georeferenciada o la carencia de algún otro atributo, lo cual dificultó su evaluación.

Disponibilidad de los datos:

Existencia de series históricas: Éste indicador se calcula por primera vez para los taxa y unidades geográficas mencionadas.

Nivel de actualización de los datos: Los datos usados se encuentran actualizados taxonómicamente hasta el año 2001; por su parte, el mapa de ecosistemas de Colombia sobre el que se basa el análisis geográfico fue elaborado por Andrés Etter en 1998.

Estado actual de los datos: Las bases de datos han sido depuradas y convertidas a MsAccess, a fin de poder manipular los datos con más facilidad, permitiendo su integración en una base de datos relacional, que incluye información de 8 colecciones ubicadas en territorio colombiano y 2 en el extranjero (U.S.A.).

Forma de presentación de los datos: Todos los datos se encuentran en formato digital (MsAccess).

Periodicidad de los datos: Las colecciones se actualizan permanentemente en el conjunto de colecciones, de manera que un monitoreo periódico permitiría la evaluación temporal de la complementariedad total, en los conjuntos de datos seleccionados para el análisis.

Documentación relacionada con el indicador: Vivas-Segura, Andrés J. "Evaluación de los patrones de distribución de los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Rubiaceae Juss.) sobre la

región andina colombiana, a partir de información de colecciones biológicas”. Trabajo de grado – Facultad de Ecología - Fundación Universitaria de Popayán. 2002.

Representación gráfica: Gráficas Complementariedad Total entre Conjuntos de Datos

Observaciones: Al igual que con el indicador de complementariedad entre pares de conjuntos de datos (Cjk), es más importante un valor alto de

complementariedad total cuando las colecciones evaluadas tienen valores comparativamente altos de taxa (o de unidades geográficas muestreadas), que cuando presentan pocas, ya que significaría un mayor aporte de éstas al total taxonómico y geográfico de los conjuntos de datos. CCT es independiente del número de conjuntos de datos incluidos en la evaluación.

Elaborada por: SIB- Grupo Indicadores de estado del conocimiento sobre biodiversidad

B.3 Indicadores de Completitud

Completitud de un conjunto de datos

Definición: Mide qué tan completa está la documentada la información de un conjunto de datos, es decir, el porcentaje de información almacenada en determinados campos críticos, respecto del potencial de almacenamiento de información de la base de datos en dichos campos. En otras palabras, este indicador representa la proporción de registros que tienen información para un campo dado (columna con información en las bases de datos), con respecto al total de registros en una base de datos. Su resultado se expresa en porcentaje. Los campos críticos sobre los cuales se debe evaluar este indicador son aquellos reseñados como obligatorios en el estándar Darwin Core V2 (The Species Analyst 2002), y se mencionan a continuación: Fecha de la última modificación, Código de la institución,

Código de la colección, Número de catálogo y Nombre científico.

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia.

Formato de Resultados: Porcentaje.

Interpretación: La interpretación de este indicador se da en función de los valores de cada campo para cada institución. Lo ideal es que los campos de información se encuentren documentados en un 100%, garantizando que serán interoperables con cualquier otra fuente de datos que tome como base el estándar Darwin Core V2 (The Species Analyst 2002), para el intercambio de información. Es importante recalcar que estos son los datos mínimos obligatorios sugeridos en dicho estándar, y que dan cuenta de la identificación de un registro

biológico, así como su localización y fecha asociada. En la medida en que los valores de este indicador sean más altos, la calidad de los conjuntos de datos evaluados será mayor.

Indicadores relacionados: Indicador de identificación taxonómica en colecciones, Indicador de cantidad de información en colecciones.

Ejemplo: En el Anexo 10 se encuentra el ejemplo numérico y el ejemplo gráfico de la aplicación de este indicador, el cual se aplicó sobre los datos de cuatro colecciones de herbario (MO, FMB, JAUM e INCIVA; N >38000 registros). Los campos "código de la colección" y

"número de catálogo" no estaban incluidos en las bases de datos con que se trabajó, de manera que no fueron incluidos en el análisis, dado que su valor, en todos los casos, daría cero (0). En cuanto a los valores calculados, se observa que las colecciones tienen un valor de 100% para el "código de la institución"; en cuanto a los valores para los campos "nombre científico" y "fecha" se presentan diferencias de una colección a otra, en cuanto a la cantidad de información en ellas representada, y por extensión, en cuanto a la calidad de la información taxonómica de los registros, así como de la datación cronológica de los eventos de muestreo.

Cantidad de información en colecciones

Definición: Indica los volúmenes de información contenida en colecciones biológicas en cuanto a localidades de muestreo, registros biológicos (especímenes individuales) y taxones (en cualquier nivel de la jerarquía), para taxones de orden superior (familia, orden, etc.).

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia.

Formato de Resultados: Gráficas de frecuencias.

Interpretación: La interpretación de este indicador es muy sencilla, por cuanto muestra la cantidad de información de localidades, registros y taxones (en este caso especies) mediante un gráfico comparativo de tres líneas, cada una

simbolizando una variable, para los taxones de orden superior que se deseen evaluar. Así, es posible identificar los diferentes valores numéricos en cuanto a la información contenida en colecciones para dichos taxones, y permitiría tomar decisiones en cuanto a la intensificación de muestreos para grandes grupos de organismos en cuanto a localidades y/o registros, a fin de incrementar la representatividad del inventario taxonómico.

Indicadores relacionados: Indicador de representatividad taxonómica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de completitud en un conjunto de datos; Indicador de densidad de información de colecciones por unidad de área; Indicador de

intensidad de muestreo en colecciones; Indicador de intensidad de muestreo en colecciones en función del tiempo; Indicador de taxones acumulados en función del tiempo; Indicador de intensidad de muestreo en colecciones biológicas (para taxones).

Ejemplo: El ejemplo usado para este indicador usa los datos de cuatro grandes colecciones botánicas: Missouri Botanical Garden (MO), Federico Medem - Bogotá (FMB), Jardín Botánico de

Medellín (JAUM), y el herbario del Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas (INCIVA). Del total de resultados dados por la aplicación del indicador en el nivel de las familias botánicas representadas en las cuatro colecciones mencionadas, se seleccionaron las nueve familias con mayores volúmenes de información, ya que poner todas las familias en una gráfica resultaría confuso para su interpretación, así como para su visualización (Anexo 11).

Densidad de información de colecciones por unidad de área (localidades, registros, taxones)

Definición:

El indicador de densidad de registros biológicos, taxones y localidades en áreas de interés (D_h) es una medida de la cantidad de localidades, registros o taxones existentes en una o varias colecciones biológicas para un área de interés h , y en el período comprendido entre los tiempos i y j . El resultado del indicador puede representarse gráficamente en un mapa con los valores calculados.

Un área de interés es cualquier superficie geográfica, continua o discontinua, en la cual resulta de importancia calcular los indicadores de conocimiento sobre biodiversidad asociados a ella. En el marco del Sistema de Indicadores de Seguimiento a la Política de Biodiversidad en Colombia, las áreas de interés que resultan de mayor importancia son: áreas protegidas, cuencas, eco-regiones,

biomas y jurisdicciones de CAR y entidades territoriales.

En cuanto a los registros biológicos, éstos “son tan diversos como unidades biológicas puedan ser evaluadas, considerando infinidad de atributos y métodos de evaluación asociados a ellas” (Rivera et al. 2003). Por otro lado, “para constatar y validar la existencia de los registros a través del tiempo debe obtenerse de la mayoría de ellos una o varias evidencias físicas (ejemplares, archivos sonoros, imágenes o tejidos, entre otros) como respaldo, las cuales deben depositarse en colecciones idóneas (herbarios, museos, bancos de tejidos) para garantizar su conservación y disponibilidad a largo plazo (décadas, y si es posible siglos).” (Villarreal et al. 2004). Por localidades, se hace referencia a los puntos (identificados por coordenadas geográficas) en donde se efectuaron actividades de recolección de

información de organismos. Los taxones son entidades biológicas pertenecientes a las escalas de la jerarquía taxonómica (familias, géneros, especies u otros).

Pertinencia del indicador:

El indicador busca responder la pregunta ¿Cuáles son las áreas de interés en donde la densidad de registros, localidades y taxones en colecciones biológicas es comparativamente mayor o menor? Se asume entonces, que a una mayor concentración de información en los niveles de registros y localidades para un área de interés dada, tiene correspondencia con un mayor número de eventos de colecta, los cuales han sido adelantados por personal adscrito a colecciones biológicas o por investigadores independientes. La densidad de taxones supone la existencia de áreas con mayor y menor diversidad, y su interpretación requiere de información adicional sobre la diversidad del área evaluada para mayor precisión. De acuerdo con lo anterior, el indicador puede ayudar a identificar las áreas con vacíos de conocimiento de la biota, y serán aquellas cuyo valor de densidad sea comparativamente muy bajo (o cero), así como aquellas en que los valores altos indiquen la posibilidad de establecer puntos de monitoreo de la biodiversidad.

Es importante hacer una lectura conjunta de las tres formas de medir el indicador, para sacarle provecho desde la interpretación de la información biológica. Su utilidad radica en que permite comparar la densidad de información sobre localidades, registros y taxones existentes en colecciones

biológicas, para diferentes áreas. Su representación en un mapa permite identificar las áreas con mayor concentración de información sobre las localidades, registros y taxones contenidos en las colecciones biológicas. Con la información suministrada por el indicador se pretende aportar al proceso de toma de decisiones en cuanto a la programación de esfuerzos de investigación para incrementar el conocimiento de aquellas regiones del territorio que presenten vacíos de información. Por otro lado, también se pueden identificar las áreas con mayor información con el fin de llevar a cabo en ellas investigación aplicada.

Unidad de medida del indicador:

Número de localidades, registros o taxones por km².

Fórmula del indicador:

$$D_h = \frac{\sum_{t=i}^j n_{ht}}{A_h}$$

Donde:

D_h es la densidad de localidades, registros o taxones (provenientes de una o varias colecciones biológicas) en un área de interés h , para el período comprendido entre los tiempos i y j .

n_{ht} es el número total de localidades, registros o taxones aportados por las colecciones para cada área de interés. h , en el período comprendido entre los tiempos i y j .

A_h es el área de cada Área de interés, expresada en km².

i es el tiempo inicial (año inicial).

j es el tiempo final (año final).

Descripción metodológica:

Proceso de cálculo del indicador

Existen varias formas de calcular la fórmula del indicador, sin embargo, se sugieren los siguientes pasos.

Seleccionar las áreas de interés deseadas para aplicar el indicador, y generar u obtener las coberturas necesarias.

Gestionar la consecución de los datos, organizarlos, y convertir los datos de localidad de los registros de colecciones al formato apropiado para el software SIG empleado, teniendo en cuenta que toda la información obedezca al mismo sistema de proyección (se recomienda utilizar el sistema de proyección oficial para Colombia, adoptado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

Generar una cobertura de puntos partir de los datos biológicos, sobre los cuales se aplica el indicador.

Realizar un conteo de las localidades, registros o taxones que se encuentran al interior de cada área de interés.

Estimar el indicador mediante la fórmula descrita en esta hoja metodológica, para cada área de interés. cuando $i = j$ el indicador de densidad se calcula únicamente para un año.

Definir rangos para la representación gráfica de las densidades, de acuerdo con algún procedimiento estadístico.

Generar el mapa de densidades, de acuerdo con las clases y rangos definidos.

Las estimaciones del indicador se agrupan en clases empleando el método de la desviación estándar o el de percentiles (Ver punto 6, más adelante). Estas clases se representan en el mapa

con escalas de color: colores más claros indican menor densidad de datos por unidad de área, colores más oscuros indican mayor densidad de datos por unidad de área. Se sugieren las siguientes gamas de colores como estándar: gama de azules, para densidad de localidades, gama de rojos para densidad de registros, y gama de verdes para densidad de taxones.

Limitaciones del indicador

Una limitación importante es que los registros biológicos que pueden incluirse en la estimación del indicador deben tener por lo menos el nombre completo del taxón (para el nivel de especie, el nombre científico completo de la especie) y coordenadas geográficas de la localidad. En los casos en que la identificación taxonómica sólo se encuentre adelantada hasta categorías superiores a especie (por ejemplo, hasta género o familia), será deseable estimar el indicador de densidad siempre que el nivel taxonómico de análisis tenga valores altos de completitud en la base de datos.

La calidad de la información final obtenida dependerá a su vez de la calidad de las determinaciones taxonómicas y de la exactitud y precisión en la asignación de coordenadas geográficas.

Es importante anotar que el indicador evalúa la densidad de información existente en las colecciones biológicas para áreas de interés, y su representación espacial no constituye un mapa de distribución de la biodiversidad, sino una representación gráfica de los eventos de colecta. Es decir, se evalúa la población de los datos disponibles en un

conjunto dado de colecciones biológicas, para un período de tiempo t . En este sentido, el indicador se podrá estimar para diferentes rangos temporales y analizar así su variabilidad temporal, contribuyendo a detectar posibles cambios en las actividades de colecta de registros biológicos en áreas de interés.

Forma de presentación de los resultados: Para presentar los resultados de la estimación del indicador se sugiere emplear uno de los siguientes métodos¹⁸² de conformación de clases (Ortiz et al. 2004), teniendo en cuenta n datos correspondientes a las unidades geográficas definidas como áreas de interés para las cuales se realizó el proceso de estimación. Se sugiere usar alguno de los siguientes métodos:

Método de la desviación estándar: Como una ayuda para la interpretación del indicador, se define un método de conformación de clases definido como: clase de valores altos, valores medios y bajos. Este método es útil cuando la distribución de frecuencias de los datos es simétrica respecto al valor del promedio.

Para definir cada clase se estima el valor del promedio y la desviación estándar del conjunto total de observaciones y con base en estos resultados se definen tres clases, así:

Clase de valores altos: corresponde al promedio (\bar{x}) más media desviación

estándar (s). Permite definir como “alto” todo valor del indicador superior a este límite, es decir, valores del indicador,

mayores que $\bar{x} + 0.5s$.

Clase de valores bajos: corresponde al promedio menos media desviación estándar. Permite definir como “bajo” todo valor inferior a este límite, es decir valores del indicador, menores que $\bar{x} - 0.5s$.

Clase de valores medios: como medio se define, por defecto, todo valor del indicador que esté entre los dos límites anteriores, es decir, valores del indicador que se encuentren localizados en el intervalo $(\bar{x} - 0.5s, \bar{x} + 0.5s)$ incluyendo los límites.

En caso de considerarse necesario realizar comparaciones específicas entre diferentes grupos de observaciones (unidades geográficas), resulta valioso estimar el valor del promedio y la desviación estándar de sólo estas observaciones y con base en los resultados obtener nuevos valores para las tres clases.

Método de los percentiles

El método de percentiles consiste en dejar en cada clase una misma cantidad de datos. Si en el conjunto de datos existen valores atípicos¹⁸³, estos valores quedarán incluidos en las clases de valores altos y/o valores bajos. Para la definición de las clases empleando este

¹⁸² Los métodos que se presentan no tienen en cuenta la posible estructura de correlación espacial entre las unidades geográficas para las cuales se realiza el proceso de estimación de los indicadores.

¹⁸³ Un valor atípico corresponde a un valor alejado del grupo central de datos. Para definir un límite inferior y superior que permita detectar posibles valores atípicos, se puede emplear el criterio del gráfico de cajas. Se sugiere ver Freixa et. al., 1992. Análisis Exploratorio de Datos: Nuevas Técnicas Estadísticas.

método no es necesario que la distribución de los datos sea simétrica respecto al valor del promedio.

Si se establecen tres clases, cada una contendrá aproximadamente el 33% del total de datos, así los valores correspondientes a los percentiles 33,33184 y 66,66 definirán los límites para cada una de las siguientes clases:

Clase de valores altos: incluye el 33,33% del total de datos que son mayores que el valor P_{66} correspondiente al percentil 66,66.

Clase de valores bajos: incluye el 33,33% del total de datos menores o iguales al valor P_{33} , es decir al valor correspondiente al percentil 33,33.

Clase de valores medios: como medio se define, por defecto, todo valor del indicador que esté entre los dos límites anteriores, es decir, valores del indicador que se encuentren en el intervalo (P_{33} , P_{66}). Si un valor estimado del indicador coincide con el límite superior de este intervalo P_{66} , el dato corresponderá a la clase de valores medios.

Los grupos conformados pueden ser llevados a un mapa en el cual se visualizan y se analizan más fácilmente los resultados de acuerdo con las áreas de interés analizadas.

Pese a que en el Instituto se han utilizado estos métodos para definir principalmente tres clases, ambos métodos también pueden ser usados

para establecer un número diferente de clases, por ejemplo, si se emplea el segundo método para conformar cuatro clases se emplearían los percentiles 25,50 y 75 para establecer los límites de cada clase.

Cobertura:

La cobertura temporal comienza con la primera colecta, y termina con el último registro proveniente de campo. El diseño de la metodología del indicador permite que pueda aplicarse para cualquier área de interés. En cuanto a la cobertura taxonómica, el indicador se puede aplicar a cualquier nivel de la jerarquía taxonómica, siempre que se cuente con información disponible.

Escala:

El indicador se puede estimar para cualquier escala geográfica, de acuerdo con la disponibilidad de información.

Relación con otros indicadores:

Indicador de representatividad geográfica de colecciones biológicas; indicador de complementariedad geográfica entre pares de colecciones biológicas.

Fuente de los datos: La fuente principal de datos son las colecciones biológicas de Colombia, cuya historia se remonta a la Expedición Botánica, en el año de 1783, y hasta la actualidad. De acuerdo con el Registro Nacional de Colecciones Biológicas, actualmente existen 292 colecciones oficialmente registradas, con información para todos los grupos biológicos (Enrique Castillo, Com. Pers.). Como un ejemplo de la disponibilidad de

¹⁸⁴ Para la conformación de tres clases se requiere estimar los percentiles 33,33 y 66,66 empleando los N datos correspondientes a las unidades geográficas definidas como áreas de interés para las cuales se realizó el proceso de estimación del indicador.

información, se estima que en Colombia hay alrededor de 1'000.000 de registros botánicos y 210.500 registros de vertebrados (ACH et al. 1999). También se deben conseguir las coberturas geográficas necesarias, dependiendo de las áreas de interés que se desea evaluar.

Disponibilidad de los datos:

Existencia de series históricas: El establecimiento de colecciones biológicas en Colombia se da a partir de la Expedición Botánica, en el año de 1783, hasta la actualidad.

Nivel de actualización de los datos:

Generalmente las colecciones biológicas cuentan con registros desde su año de fundación hasta el momento actual, y se adelantan labores de actualización taxonómica y de ingreso de material de manera constante.

Estado actual de los datos:

En algunos casos los datos se encuentran sistematizados, mientras que en otros no, lo cual supone dificultades para el uso de la información. Las colecciones biológicas no siempre cuentan con sus registros sistematizados, sin ingresar sus datos en ningún sistema de registro. Sin embargo, cuando los datos están sistematizados, puede ser tanto en libros de registro en formato impreso, como en formato digital; las aplicaciones más comunes son: Excel, Access, Biótica, BG-Recorder2, Arkas, entre otros. Los libros rojos son publicaciones escritas, disponibles tanto en forma física como digital.

Periodicidad de los datos: En las colecciones biológicas se ingresan registros de manera constante.

Posibles entidades responsables del indicador: Instituto Alexander von Humboldt y colecciones biológicas.

Documentación relacionada con el indicador:

Gotelli, N. J. & Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4. 379-391.

Nelson, B.W., C.A.C. Ferreira, M.F. da Silva & M.L. Kawasaki. 1990. Endemism centres, refugia and botanical collection density in Brazilian Amazonia. *NATURE* Vol. 345. 21-June-1990.

Ortiz, N., Betancourth, J.C., Bernal, N.R. y López M.O. 2004. Sistema De indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en Colombia: aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Serie: Indicadores de seguimiento y evaluación de la política de biodiversidad. 57 p.

Rivera-Gutiérrez, H., A. Suárez-Mayorga y J. A. Varón-Londoño. 2003. Estándar para la documentación de registros biológicos, versión 4.1 (electrónica). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 56 pp.

Soberón, J. M., Llorente, J. B. y Oñate, L. 2000. The use of specimen-label databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation* 9: 1441-1466.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de la Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 236 pp.

Vivas Segura, A. J. 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Elaeagia* y *Faramea* (Rubiaceae) en la región andina colombiana. Versión 2.0 (Electrónica). Sistema de Información sobre Biodiversidad - Instituto Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Colombia, 27 pp.

Williams, P. H. y Gaston, K. J. 1994. Measuring more of biodiversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67: 211-217.

Worldmap 2004. Measuring Biodiversity Value. Disponible en la URI: <http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap/diversity/index.html>. [Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2004].

Ejemplo numérico: El ejemplo presentado en esta hoja metodológica se basa en la información de las bases de datos de cuatro herbarios: Missouri Botanical Garden (MO), Federico Medem - Bogotá (FMB), Jardín Botánico de Medellín (JAUM) e Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas (TULV). Ver archivo.

Ejemplo gráfico: El ejemplo presentado en esta hoja metodológica se basa en la información de las bases de datos de

cuatro herbarios: Missouri Botanical Garden (MO), Federico Medem - Bogotá (FMB), Jardín Botánico de Medellín (JAUM) e Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas (TULV). Ver archivo.

Observaciones: Se debe tener en cuenta que existe una relación directa entre las cantidades de registros y localidades, y la cantidad de taxones encontrados en un área determinada. Es decir, a mayor número de localidades y registros, se espera que se encuentre un mayor número de taxones identificados, como lo han planteado Williams y Gaston (1994), y Gotelli y Colwell (2001), entre otros autores. Los eventos de colecta se agrupan especialmente alrededor de vías principales, ciudades y estaciones de campo (Soberón et al. 2000), con la presencia de áreas de manejo especial o de interés científico (áreas del sistema de parques nacionales, reservas de la sociedad civil, etc.), o con la actividad de institutos de investigación, universidades, jardines botánicos, etc. Por otro lado, la cantidad de colecta de organismos (y por lo tanto su densidad) en un lugar dado será menor en zonas inaccesibles, alejadas de las vías principales, o en áreas de influencia del conflicto armado, entre otras (Vivas 2003).

La interpretación del indicador será diferente si se aplica en localidades, que si se aplica en registros o en taxones. En el caso de la densidad de localidades, se aprecia la concentración de sitios visitados por área de interés, lo cual da cuenta de la distribución de las salidas de campo o expediciones de muestreo. Para

los registros, se puede observar la concentración de especímenes colectados por unidad de área, lo cual pone en evidencia el resultado de los niveles de enriquecimiento de colecciones para un área dada. En cuanto a los taxones, se pueden visualizar las áreas con mayores concentraciones de información, lo cual permite su evaluación para guiar esfuerzos en futuros proyectos de investigación. En cualquiera de los casos se debe tomar cuidado de evaluar los resultados desde una perspectiva biológica, para lo cual es indispensable contar con el mapa de densidad de taxones.

Es necesario recalcar que a pesar de que los resultados de la aplicación del indicador en registros, localidades o taxones son diferentes, su interpretación conjunta permite evaluar aspectos relacionados con las colectas biológicas, que no son evidentes desde la perspectiva de cada uno de los niveles vistos separadamente. Además de lo anterior, la comparación de los resultados obtenidos con los resultados de otros indicadores permite obtener una visión más amplia del

comportamiento de las actividades de muestreo en el país y de la disponibilidad de información sobre los organismos que conforman la biota de Colombia. Por ejemplo, el indicador de representatividad geográfica de colecciones biológicas proporciona un valor general para la evaluación de la actividad de colecciones, mientras que este permite un análisis más detallado.

Cuando se trabaje con información de varias colecciones biológicas, es deseable que en la aplicación del indicador de cantidad se integren conjuntos de datos que correspondan al mismo grupo biológico. Sin embargo, si se tiene una alta proporción de los registros biológicos del país para todos los grupos biológicos, es posible unir dichos datos para aplicar el indicador de manera general sobre los organismos de Colombia.

Elaborada por: Instituto Alexander von Humboldt. Sistema de información sobre biodiversidad (SIB). Productos y servicios de información. Versión 1.4 – 25 de abril de 2005.

Intensidad de muestreo en colecciones

Definición: Éste indicador evalúa la cantidad de registros o de especies por localidad, para una colección o un conjunto de colecciones biológicas dado (se puede hacer para el total de datos, o también filtrado por jerarquías taxonómicas), es decir, es un indicador de cantidad de información; hay tres opciones de aplicación de este indicador:

la primera es obtener un valor de intensidad de muestreo para cada fuente de datos (es decir, para cada colección), la segunda, es la intensidad de muestreo para los taxones involucrados, y la tercera, se aplica para cada unidad de agregación espacial seleccionada para el análisis (la cual puede ser departamentos o Corporaciones Autónomas Regionales,

entre otras, pero preferiblemente se sugiere la utilización de cuadrantes superpuestos en el mapa generado a partir de las bases de datos usadas.

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia; coberturas geográficas de Colombia.

Formato de Resultados: Histograma de frecuencias y/o Mapa.

Interpretación: Su interpretación depende del formato de presentación, y del objeto de aplicación del indicador (es decir, si es para las colecciones, para los taxones o para las unidades de agregación espacial). En el caso de su aplicación para las colecciones propiamente dichas, el resultado será un histograma de frecuencias con dos columnas comparativas para cada fuente de datos, una para registros por localidad y la otra para taxones por localidad (en cualquier nivel de la jerarquía), lo cual indica la intensidad de esfuerzo invertido en actividades de colecta.

En el caso de la aplicación del indicador para taxones en las colecciones, se muestra el valor de intensidad, pero calculado con base en taxones de orden superior, y que permite observar aquellos que han sido más colectados, y que han reportado mayor riqueza (número de especies) por localidad de muestreo, indicando los más adecuados para hacer revisiones taxonómicas y geográficas en colecciones.

Por último, en el caso de la intensidad de muestreo calculada para unidades de área, el resultado se presenta a través de mapas en los cuales se identifican las

áreas mejor muestreadas en cuanto al número de registros y de especies por localidad de muestreo, mediante el uso de una escala de colores, que va desde los menos intensos hasta los más intensos, en orden creciente de intensidad de muestreo; habrá entonces, áreas en las cuales se deba incrementar la intensidad de muestreo a fin de completar los inventarios biológicos, y áreas en que la intensidad haya sido máxima, y no requieran de la inversión de esfuerzos especiales para aumentar sus inventarios biológicos.

Los símbolos proporcionales se usan en cartografía temática para representar cuantitativamente sobre un mapa cantidades, proporciones, razones y/o densidades entre otros, de un fenómeno espacial; lo que se pretende es representar con claridad sobre el mapa las diferencias cuantitativas del fenómeno, facilitando la interpretación de los valores representados a través de la variación proporcional del tamaño de la figura usada.

Para el caso de los mapas de Número de Registros y Número de Géneros de Formícidos en los departamentos de Nariño y Cauca, se usaron Símbolos Proporcionales Graduados – ábacos graduados – Circulares, para representar a través de la variación proporcional del tamaño de los círculos, las variaciones en la cantidad de registros y géneros en cada localidad.

El método para la construcción de símbolos proporcionales circulares consiste básicamente en establecer una representación cartográfica en la cual cada valor que se mapea (en este caso

Número de Registros y Número de Géneros), sea proporcional a la superficie de un círculo y que cada círculo sea a su vez acorde con la escala del mapa. Para tal efecto, el radio de cada círculo se calcula de forma que sea proporcional a la raíz cuadrada de cada valor representado y este radio se ajusta a su vez a la escala del mapa para que sea igualmente proporcional a esta. Inicialmente se calcula la raíz cuadrada de cada valor a ser representado, posteriormente con base en la escala del mapa se determina el radio aceptable del círculo que representa el valor más alto (círculo que será el más grande) y a partir de allí se calcula el valor unitario (si por ejemplo el radio del círculo mayor que va a representar el valor de 1600 no debe pasar de los 10 mm, éstos equivalen entonces a 40 unidades - ya que 40 es la raíz cuadrada de 1600 - , de forma que un milímetro equivaldrá a 4 unidades). Una vez calculado este valor unitario, se determina el valor del radio para los demás círculos que representan los demás valores, dividiendo el valor de la raíz cuadrada de cada valor por el valor unitario establecido.

Dadas las amplias variaciones en los valores a ser cartografiados, fue necesario usar Símbolos Proporcionales Graduados y no Símbolos Proporcionales normales, ya que debido a las amplias variaciones, los valores más altos, serían representados adecuadamente, pero los valores pequeños serían indistinguibles de acuerdo a la escala del mapa; haciendo uso de las herramientas de representación cartográfica existentes en el software SIG ArcGis 9.2, fue posible efectuar este proceso de uso de símbolos

graduados; los símbolos graduados siguen el mismo método presentado anteriormente para los símbolos proporcionales con una pequeña variación, la cual consiste en que los valores de Número de Registros y Número de Géneros de Formícidos se agruparon en rangos y los símbolos graduados se establecieron sobre dichos rangos estableciendo un valor máximo y mínimo para la representación, a partir de los cuales se efectuaron los cálculos para determinar el tamaño de cada círculo que representó cada rango establecido.

Indicadores relacionados: Indicador de densidad de información de colecciones por unidad de área; Indicador de cantidad de información en colecciones; Indicador de cobertura geográfica de colecciones.

Ejemplo: Los datos usados para el ejemplo corresponden a cuatro colecciones de herbario: Missouri Botanical Garden (MO), Federico Medem - Bogotá (FMB), Jardín Botánico de Medellín (JAUM) e Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas (INVEMAR). En el Anexo 13 se puede apreciar el resultado de la aplicación del indicador para las cuatro colecciones mencionadas (Tabla A, Gráfica A), en el ámbito de la información almacenada en ellas, evidenciando una alta intensidad de muestreo presentada por el herbario FMB para los registros, en cuanto que para las especies el valor más alto es el del herbario JAUM, indicando una alta efectividad de muestreo para éste último, pues con menos registros alcanzó mayores volúmenes de especies por

localidad. El alto valor de registros para FMB, comparado con los resultados del Indicador de identificación en colecciones, permiten suponer que la inversión de esfuerzos curatoriales en dicha colección aumentaría significativamente los valores de intensidad de muestreo para especies en el resultado presentado para el presente indicador.

El ejemplo de aplicación del indicador sobre las colecciones para la información taxonómica, se calculó con base en la información disponible para las familias botánicas referidas en las colecciones. En el mismo Anexo 13 (Tabla B, Gráfica B) se pueden visualizar sólo las nueve familias que -en orden descendente- obtuvieron el máximo valor del indicador en términos de registros por localidad, junto con el valor calculado para las especies (también se puede ordenar de acuerdo con los taxones); la presentación de un número reducido de familias se debe a la disponibilidad de espacio en este documento, así como a la claridad en la presentación; no obstante, el SIB cuenta con el cálculo para todas las familias involucradas.

En el Anexo 13 aparece la visualización de la aplicación del Indicador de intensidad de muestreo en colecciones calculada para unidades de área (en este caso, cuadrantes), en donde se aprecian las zonas de la región andina colombiana que cuentan con una mayor intensidad de muestreo por parte de las colecciones biológicas, en cuanto a registros por localidad (Tabla C, Mapa A). Las áreas con menor intensidad de muestreo, al tiempo que permiten identificar las

fortalezas del conjunto de colecciones analizado, también ofrece una visión de las zonas cuyo muestreo ha sido poco, generando información para la toma de decisiones en cuanto a programación de expediciones de colecta sobre el área andina colombiana.

Para el nivel de los taxones, que en el caso de este ejemplo son las especies, se puede apreciar el Mapa del Anexo 13, en el cual aparecen aquellos cuadrantes que reportan mayor número de especies colectadas por localidad de muestreo en tonalidades verde oscuras, y las que reportan menores números de especies por localidad en una gama que lleva hasta el verde claro (Tabla D, Mapa B). Se observa que hay tres zonas de tonalidades oscuras bien marcadas, que evidencian una gran cantidad de especies por localidad de colecta para dichos cuadrantes, correspondiéndose con la información del mapa de registros (Mapa A), que contiene la información de registros por localidad.

Cobertura geográfica de colecciones

Definición: Evalúa la cobertura geográfica o área de influencia de una colección dada (en km²), de acuerdo a su extensión de presencia sobre el territorio colombiano, con base en la distribución geográfica de las localidades de muestreo asociadas a especímenes biológicos, mediante un procesamiento usando SIG. Éste indicador permite un mayor desarrollo futuro, comparando la cobertura de cada colección con otras colecciones, así como con otras coberturas geográficas (ecosistemas, cuencas, CAR, PNN, entre otras); incluso se puede aplicar sobre los datos integrados de un conjunto de colecciones para evaluar la cobertura geográfica total en dicho conjunto. Para su aplicación se encuentra como factor limitante de este indicador, el que todos los registros deben contar con coordenadas geográficas asociadas.

Fuentes de Información: Colecciones biológicas de Colombia; coberturas geográficas de Colombia.

Formato de Resultados: Histogramas de frecuencias o Mapa.

Interpretación: Este indicador evalúa el área cubierta por cada colección, en el ejercicio de sus funciones de colecta, con base en los registros biológicos que almacene, en kilómetros cuadrados (km²). Aquellas colecciones cuya cobertura sea mayor, evidenciarán mayor inversión de esfuerzos de muestreo desde una perspectiva geográfica, así como una mayor representatividad geográfica sobre el área evaluada; estas colecciones pertenecen generalmente a instituciones grandes, cuyo accionar abarca grandes porciones del territorio nacional. Por el contrario, las colecciones cuya cobertura sea menor, generalmente se encuentran asociadas a instituciones pequeñas, de influencia local. Permite evaluar en términos geográficos la extensión de cobertura para cada colección, y también permite compararla entre instituciones, mediante histogramas de frecuencias. Indicadores relacionados: Indicador de representatividad geográfica de colecciones por grupos biológicos; Indicador de cantidad de información en colecciones; Indicador de densidad de colecciones por unidad de área; Indicador de intensidad de muestreo en colecciones.

Se filtro la tabla de registros mirmecológicos general; el filtrado se realizo a cada registro por cada colección.

Una vez extraídos, a cada uno se le calculo un buffer (área de influencia) con un radio de 300 m y posteriormente se calculo el área total de la cobertura geográfica de cada colección en hectáreas, para sacar el área general de cobertura de cada colección en la zona de estudio.

Para calcular el área de cobertura geográfica de cada colección en cada departamento, se hizo una superposición entre el buffer calculado para cada registro de cada colección y el polígono de cada departamento, para así extraer la cobertura geográfica de Cada colección por departamento.

Anexo C. Coberturas geográficas presentes en los departamentos de Cauca y Nariño.

BIOMAS:

GRANDES BIOMAS	BIOMAS
<p>ZONOBIOOMA: Se define como biomas zonales delimitados por unos amplios y peculiares caracteres climáticos, edáficos y de vegetación zonal (clímax). (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007). En este trabajo se identifica cuatro biomas.</p>	1. Zonobioma húmedo tropical Amazonia – Orinoquia (ZHT Amazonia-Orinoquia) (ver mapa 3).
	2. Zonobioma húmedo tropical Pacífico – Atrato (ZHT Pacífico-Atrato) (ver mapa 3).
	3. Zonobioma alterno higróico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena (ZAST Alto Magdalena) (ver mapa 3).
	4. Zonobioma alterno higróico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (ZAST Valle del Cauca) (ver mapa 3).
<p>OROBIOOMA: Son biomas definidos por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo con el incremento de la altitud y la respectiva disminución de la temperatura (Walter, 1977 en IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007). Durante este proceso de investigación se identificaron cuatro biomas.</p>	1. Orobioma Alto de los Andes (OroB Alto Andes) (ver mapa 3).
	2. Orobioma medio de los Andes (OroB Medio Andes) (ver mapa 3).
	3. Orobioma Bajo de los Andes (OroB Bajo Andes) (ver mapa 3).
	4. Orobioma azonal del Valle del Patía (OrobAz Valle del Patía) (ver mapa 3).
<p>PEDOBIOOMA: Son biomas originados por un tipo de suelo característico, generando condiciones azonales de la vegetación (Sarmiento, 2001 en IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007); en este caso la vegetación y los procesos ecológicos en general, están directamente influenciados mas, por las condiciones edáficas e hidrológicas que por las climáticas. Según el tipo de factor condicionante, se pueden distinguir diferentes clases de pedobiomas:</p>	1. Halobioma del Pacífico (HaloB Pacífico) (ver mapa 3).
	2. Helobioma Amazonía – Orinoquia (HeloB Amazonía-Orinoquia) (ver mapa 3).
	3. Helobioma Pacífico – Atrato (HeloB Pacífico-Atrato) (ver mapa 3).
<p>Litobiomas: lugares con suelo incipiente sobre roca dura (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p>	

<p>Halobiomas: zonas con suelos anegados con influencia salina (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p> <p>Helobiomas: lugares con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongado periodo de inundación (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007)</p> <p>En la zona de estudios fueron identificados cuatro pedobiomas.</p>	<p>4. Helobioma Valle del Cauca (HeloB Valle del Cauca) (ver mapa 3).</p>
--	---

COBERTURAS VEGETALES:

CATEGORÍA	COBERTURA VEGETAL
<p>1. Coberturas mayormente transformadas: son áreas en las cuales las actividades humanas han transformado en un alto grado o totalmente las coberturas naturales propias de dichos espacios (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p>	1. Áreas Urbanas (ver mapa 4).
	2. Áreas mayormente alteradas (ver mapa 4).
<p>2. Coberturas de agroecosistemas: son áreas que presentan diferentes arreglos espaciales de vegetación sembrada y manejada por el hombre (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p>	3. Cultivos anuales o transitorios (ver mapa 4).
	4. Cultivos permanentes y semipermanentes (ver mapa 4).
	5. Pastos (ver mapa 4).
	6. Áreas agrícolas heterogéneas (ver mapa 4).
	7. Bosques plantados (ver mapa 4).
<p>3. Coberturas mayormente naturales son aquellas que no han sufrido mayores transformaciones por acción antrópica o que, habiendo sido transformadas, responden a una dinámica de regeneración natural (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p>	8. Bosques naturales (ver mapa 4).
	9. Manglar del Pacifico (ver mapa 4).
	10. Vegetación secundaria (ver mapa 4).
	11. Arbustales (ver mapa 4).
	12. Herbazales (ver mapa 4).
	13. Zonas desnudas (sin o con poca vegetación) (ver mapa 4).
	14. Glaciares y nieves (ver mapa 4).
<p>4. Cobertura de áreas húmedas continentales y costeras: Es la vegetación que se asocia de manera directa a los cuerpos de agua (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).</p>	15. Hidrofitia continental (ver mapa 4).
	16. Herbáceas y arbustivas costeras (ver mapa 4).
<p>5. Superficies de agua: Son cuerpos de agua</p>	17. Aguas continentales naturales

que pueden ser naturales o artificiales (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP, 2007).	(ver mapa 4).
	18. Aguas continentales artificiales (ver mapa 4).
	19. Lagunas costeras y estuarios (ver mapa 4).

DISTRITOS BIOGEOGRÁFICOS:

<p>I. Provincia biogeográfica del Chocó-Magdalena: En esta provincia se encuentran numerosos ecosistemas desde los bosques húmedos tropicales de tierras bajas hasta bosques montanos y páramos, donde los niveles pluviométricos varían entre los 5.000 y los 12.000 mm anuales, convirtiéndolo en uno de los lugares mas húmedos de la tierra, con características ecológicas y biogeográficas únicas, catalogándola entre las zonas de mayor biodiversidad del planeta (Salaman, 2001), como también una de las zonas del país mejor conservadas por tener grandes extensiones de bosques homogéneos.</p>	1. Distrito Micay (ver mapa 5).
	2. Distrito Gorgona (ver mapa 5).
	3. Distrito Tumaco (ver mapa 5).
	4. Distrito Barbacoas (ver mapa 5).
	5. Distrito Florencia (ver mapa 5).
	6. Distrito Kofán (ver mapa 5).
<p>Provincia biogeográfica de la Amazonia: Aunque la Amazonia parece una gran planicie verde, relativamente homogénea por su fisionomía, se trata de un complejo de enorme diversidad; un mosaico biogeográfico muy elaborado, como resultado de factores como el pasado geológico. Además, los numerosos ríos constituyen barreras importantes para la dispersión de muchísimos elementos.</p> <p>El tipo de mosaico de suelos presentes es el resultado, en buena parte, de los afloramientos rocosos, los cuales determinan la existencia de suelos extremadamente pobres; en ocasiones de suelos de arena blanca que carecen literalmente de cualquier nutriente, donde quizá las plantas obtienen los nutrientes más del agua de lluvia que del suelo.</p> <p>El alto nivel de endemismo de su vegetación, la cual está condicionada por los afloramientos rocosos, crea obviamente un gran número de unidades, o mejor de subunidades biogeográficas que aún no conocemos suficientemente.</p> <p>Se encuentra ubicado entre los 2.800 hasta los 3200m de</p>	

<p>altitud, se caracterizan por su vegetación de hojas gruesas y coriáceas con cutículas protectoras. Estos bosques no contienen un tipo específico de vegetación, por el contrario presenta una amplia diversidad florística, relacionada con la topografía y fisonomía de la región (Plan de Acción en biodiversidad, 2006).</p> <p>Como principal característica de este ecosistema es el fenómeno de la niebla en relación con la vegetación, determina algunos de los tipos de vegetación existentes. Este fenómeno desempeña un papel definitivo como generador en el aumento de los volúmenes de agua y escorrentías, contribuyendo al caudal de los ríos en aproximadamente el 80% (Plan de Acción en Biodiversidad, 2006).</p>	
<p>II. Provincia biogeográfica Morandini: Esta provincia abarca las áreas tropoandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y el norte de Perú, con aproximadamente 491.453.4 Km². En Colombia se comprende desde la Sierra Nevada de Santa Marta, la serranía del Perijá, las cordilleras Oriental, Central y flanco oriental de la cordillera Occidental, los valles del Magdalena y del Cauca, macizo y nudo de los Pastos (Hernández, 1992).</p> <p>La gran variedad de formaciones vegetales de esta provincia, se refleja en la diversidad de bosques montanos, bosques secos y páramos, diferenciables cada uno gracias al nivel altitudinal y climático característico de cada uno (Plan de Acción en Biodiversidad, 2006).</p>	<p>7. Distrito Selvas Nubladas Orientales Caquetá - Cauca - Putumayo – Nariño (ver mapa 5).</p> <p>8. Distrito Páramos Nariño - Putumayo (ver mapa 5).</p> <p>9. Distrito Bosques Andinos Nariño Oriental (ver mapa 5).</p> <p>10. Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental (ver mapa 5).</p> <p>11. Distrito Awa (ver mapa 5).</p> <p>12. Distrito Alto Patía (ver mapa 5).</p> <p>13. Distrito Subandino Alto Patía (ver mapa 5).</p> <p>14. Distrito Subandino Oriental S Cordillera Central (ver mapa 5).</p> <p>15. Distrito Bosques Subandinos Orientales</p>

	Cauca – Huila (ver mapa 5).
	16. Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima (ver mapa 5).
	17. Distrito Planicie Alto Cauca (ver mapa 5).
	18. Distrito Bosques Subandinos Orientales Cordillera Occidental (ver mapa 5).
	19. Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca (ver mapa 5).
	20. Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle (ver mapa 5).
	21. Distrito Bosques Subandinos Central Cauca – Valle (ver mapa 5).

ANEXO D. Tabla de valoración de fragmentación

Para obtener los valores correspondientes a los rangos de bajo, medio, alto y muy alto, que sirvieron para valorar las diferentes fragmentación se utilizo como método de juicio la desviación estándar.

De este modo los valores bajos corresponden desde cero hasta el promedio menos la mitad de la desviación estándar; los valores medios corresponden desde el promedio menos la media desviación estándar hasta el promedio mas media desviación estándar; los valores altos se ubican desde el promedio mas media desviación estándar hasta el numero máximo.

Las únicas columna donde la valoración es diferente porque es inversa, es la que corresponde a Área de la clase (CA), porcentaje de la cobertura en la clase y el tamaño medio de fragmentos (MPS), pues en este caso, las áreas más grandes implican menos fragmentación, mientras que las áreas mas pequeñas implican altos niveles de fragmentación.

Es así como las tablas se ubica de la siguiente forma:

Valoración de fragmentación para coberturas vegetales naturales en biomas con densidades de información baja y muy baja:

Tabla de valores de fragmentación de las coberturas vegetales en biomas.

BIOMA	Clase	Área de la clase CA	Área total del paisaje TLA	% total cobertura en bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada
HeloB Pacífico-Atrato	Vegetación secundaria	1602,45254	4988886210,01000	32,120447	56	29	302,67286	2,38270	1,27266	1,26291
HeloB Pacífico-Atrato	Bosques naturales	2494,50614	4988886210,01000	50,001263	79	32	301,75075	1,98421	1,24077	1,26505
OroB Alto Andes	Bosques naturales	1280,65050	8545719396,53000	14,985871	70	18	164,40915	2,39143	1,26289	1,27372
OroB Alto Andes	Vegetación secundaria	323,37324	8545719396,53000	3,784038	92	4	139,53679	2,08037	1,26680	1,27615
OroB Alto Andes	Herbazales	1409,97149	8545719396,53000	16,499155	90	16	194,61660	2,51446	1,47584	1,29396
OroB Alto Andes	Arbustales	2903,20022	8545719396,53000	33,972567	82	35	348,86590	2,57699	1,28785	1,32749
OroB Bajo Andes	Arbustales	11,62859	16966891932,70000	0,068537	3	4	57,60198	1,84455	1,24848	1,25472
OroB Bajo Andes	Bosques naturales	9367,17758	16966891932,70000	55,208565	47	199	361,68105	2,41070	1,27321	1,29431
OroB Bajo Andes	Vegetación secundaria	2921,96302	16966891932,70000	17,221557	294	10	234,58398	2,43398	1,29110	1,29925
OroB Bajo Andes	Herbazales	11,02973	16966891932,70000	0,065007	1	11	0,00000	3,96466	1,32596	1,32596
OrobAz Valle del Patía	Herbazales	33,37928	1242989675,10000	2,685403	3	11	94,11513	1,77549	1,23368	1,20458
OrobAz Valle del Patía	Bosques naturales	13,44872	1242989675,10000	1,081966	3	4	94,11958	1,73749	1,24304	1,24706
OrobAz Valle del Patía	Arbustales	18,74026	1242989675,10000	1,507676	9	2	47,79441	1,79814	1,25310	1,25244
OrobAz Valle del Patía	Vegetación secundaria	372,91807	1242989675,10000	30,001703	33	11	294,56342	2,50511	1,27776	1,30528
ZAST Alto Magdalena	Vegetación secundaria	4,51412	26821575,56190	16,830165	1	5	0,00000	2,60949	1,29037	1,29037
ZHT Amazonia-Orinoquia	Bosques naturales	538,63398	735536777,91500	73,230054	12	45	215,95292	1,97632	1,26136	1,25605
ZHT Amazonia-Orinoquia	Vegetación secundaria	70,58236	735536777,91500	9,596034	20	4	139,22729	1,82558	1,30223	1,26211
ZHT Pacífico-Atrato	Bosques naturales	7732,74476	10347439971,50000	74,730994	56	138	261,51482	2,15250	1,24992	1,24786
ZHT Pacífico-Atrato	Vegetación secundaria	1771,22036	10347439971,50000	17,117474	79	22	390,54866	2,22537	1,25705	1,26203

	Área de la clase CA	% de la cobertura en los Bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coefficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada	VALORES
RANGOS	419,9185	11,716486	20,5676	6,1232	130,2003	2,0198	1,2532	1,2588	BAJO - 1
	3041,3589	35,726512	87,8535	56,9973	253,3319	2,5264	1,3061	1,2887	MEDIO - 2
	9367,1776	74,730994	294,0000	199,3017	390,5487	3,9647	1,4758	1,3275	ALTO - 3

Promedio	1730,63868	23,721499	54,21053	31,56028	191,76607	2,27313	1,27969	1,27375
1/2 desviación	1310,72019	12,005013	33,64296977	25,43704269	61,56580324	0,253292505	0,026449204	0,014969707
Desviación Estándar	2621,440381	24,010026	67,28593955	50,87408539	123,1316065	0,506585009	0,052898408	0,029939413

BIOMA	Clase	Área de la clase CA	Área total del paisaje TLA	% total cobertura en bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coefficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada	Valores
HeloB Pacífico-Atrato	Bosques naturales	2		1	2	2	3	1	1	2	14
HeloB Pacífico-Atrato	Vegetación secundaria	2		2	2	2	3	2	2	2	17
OroB Alto Andes	Bosques naturales	2		2	2	2	2	2	2	2	16
OroB Alto Andes	Arbustales	2		2	2	2	3	3	2	3	19
OroB Alto Andes	Herbazales	2		2	3	2	2	2	3	3	19

OroB Alto Andes	Vegetación secundaria	3		3	3	3	2	1	2	2	19
OroB Bajo Andes	Arbustales	3		3	1	3	1	1	1	1	14
OroB Bajo Andes	Bosques naturales	1		1	2	1	3	2	2	3	15
OroB Bajo Andes	Vegetación secundaria	2		2	3	2	2	2	2	3	18
OroB Bajo Andes	Herbazales	3		3	1	2	1	3	3	3	19
OrobAz Valle del Patía	Herbazales	3		3	1	2	1	1	1	1	13
OrobAz Valle del Patía	Arbustales	3		3	1	3	1	1	1	1	14
OrobAz Valle del Patía	Bosques naturales	3		3	1	3	1	1	1	1	14
OrobAz Valle del Patía	Vegetación secundaria	3		2	2	2	3	2	2	3	19
ZAST Alto Magdalena	Vegetación secundaria	3		2	1	3	1	3	2	3	18
ZHT Amaz-Orinoq	Bosques naturales	2		1	1	2	2	1	2	1	12
ZHT Amaz-Orinoq	Vegetación secundaria	3		3	1	3	2	1	2	2	17
ZHT Pacífico-Atrato	Bosques naturales	1		1	2	1	3	1	1	2	12
ZHT Pacífico-Atrato	Vegetación secundaria	2		2	2	2	3	2	2	2	17

Alto	24
Medio	18,52487623
Bajo	13,47512377

Tabla de fragmentación de la cobertura vegetal en distritos biogeográficos

UNID_BIOG	Clase	Área de la clase CA	Área total del paisaje TLA	% de la cobertura en el distrito	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Herbazales	1,53647	4399111823,92000	0,034927	2	77	78,20179	1,76902	1,28205	1,26846
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Arbustales	58,65404	4399111823,92000	1,333315	23	255	193,59917	1,73075	1,27829	1,26779
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Vegetación secundaria	1221,42777	4399111823,92000	27,765327	150	814	292,57408	2,39956	1,28151	1,31925
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Bosques naturales	125,54142	4399111823,92000	2,853790	13	966	202,82993	1,82475	1,24601	1,23039
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Arbustales	3,95073	1944172603,22000	0,203209	3	132	21,44473	1,76472	1,25972	1,25581
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Vegetación secundaria	63,60615	1944172603,22000	3,271631	17	374	159,31991	2,21679	1,28903	1,30320
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Bosques naturales	1854,04022	1944172603,22000	95,363972	6	30901	156,23070	1,99310	1,22279	1,22875
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Herbazales	107,04883	1706051296,67000	6,274655	23	465	225,78827	1,93075	1,29540	1,26306
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Vegetación secundaria	186,01560	1706051296,67000	10,903283	36	517	219,84269	1,90636	1,33324	1,27073
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Arbustales	592,29666	1706051296,67000	34,717400	14	4231	223,43891	2,09731	1,27170	1,26719

Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Bosques naturales	613,00953	1706051296,67000	35,931483	8	7663	161,09412	2,16664	1,28262	1,23529
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Arbustales	108,08804	3212109494,15000	3,365017	28	386	175,72250	2,14230	1,32847	1,29572
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Vegetación secundaria	278,00065	3212109494,15000	8,654769	71	392	192,57403	2,11281	1,27494	1,28882
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Herbazales	297,67656	3212109494,15000	9,267323	10	2977	190,88029	2,86248	1,28179	1,30545
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Bosques naturales	1082,53585	3212109494,15000	33,701711	33	3280	317,07632	2,21625	1,36762	1,29854
Distrito Florencia	Vegetación secundaria	103,16799	1080507291,64000	9,548107	28	368	167,36646	1,80229	1,30026	1,26507
Distrito Florencia	Bosques naturales	860,08526	1080507291,64000	79,600134	17	5059	359,52882	1,88720	1,45924	1,26352
Distrito Micay	Herbazales	1,01101	7631961006,90000	0,013247	1	101	0,00000	1,98212	1,28202	1,28202
Distrito Micay	Arbustales	7,40742	7631961006,90000	0,097058	1	741	0,00000	2,43013	1,27228	1,27228
Distrito Micay	Vegetación secundaria	436,96128	7631961006,90000	5,725413	35	1248	235,79116	2,47631	1,35156	1,32620
Distrito Micay	Bosques naturales	6831,52013	7631961006,90000	89,511989	47	14535	668,50571	1,91643	1,36443	1,28658
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Vegetación secundaria	32,65079	632715247,53000	5,160425	15	218	158,93679	1,78124	1,31318	1,26300
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Herbazales	153,55513	632715247,53000	24,269231	27	569	215,83714	1,94146	1,32154	1,26518
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Arbustales	197,06304	632715247,53000	31,145612	34	580	161,22122	1,99368	1,32108	1,26261
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Bosques naturales	150,75306	632715247,53000	23,826367	24	628	176,93856	1,85247	1,30941	1,25420
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Vegetación secundaria	5,30526	757435642,15300	0,700424	3	177	99,03134	1,94702	1,28354	1,28258

Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Herbazales	246,25739	757435642,15300	32,511989	36	684	176,16993	1,97357	1,27761	1,26437
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Arbustales	288,10566	757435642,15300	38,036982	36	800	320,50590	1,95661	1,41930	1,27722
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Bosques naturales	163,45638	757435642,15300	21,580233	11	1486	215,65234	1,69501	1,28831	1,23384
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Herbazales	7,00454	1766830282,96000	0,396447	4	175	17,01910	1,94996	1,26428	1,26452
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Vegetación secundaria	378,32098	1766830282,96000	21,412412	69	548	250,67790	1,98754	1,29489	1,28569
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Arbustales	32,65272	1766830282,96000	1,848096	2	1633	9,80413	2,63473	1,26897	1,26812
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Bosques naturales	1142,44167	1766830282,96000	64,660521	22	5193	283,19174	2,09821	1,31202	1,28589
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Vegetación secundaria	309,20567	3160270259,75000	9,784153	58	533	224,41263	2,01839	1,35593	1,28211
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Arbustales	43,28768	3160270259,75000	1,369746	2	2164	99,95552	2,21524	1,30595	1,27234
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Bosques naturales	2632,40497	3160270259,75000	83,296831	15	17549	220,83768	2,59041	1,63806	1,25181
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Arbustales	22,45312	737093441,68800	3,046170	6	374	156,15430	1,84384	1,29574	1,23663
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Bosques naturales	89,89781	737093441,68800	12,196258	12	749	307,08735	1,68676	1,34448	1,23492
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Vegetación secundaria	202,76816	737093441,68800	27,509153	27	751	220,32984	2,18346	1,30513	1,30192
Distrito Tumaco	Bosques naturales	4358,42801	9993133250,16000	43,614229	141	3091	492,62713	2,40053	1,35516	1,27825
Distrito Tumaco	Vegetación secundaria	2956,10973	9993133250,16000	29,581410	65	4548	286,85246	2,36416	1,29068	1,25679

	Área de la clase CA		% de la cobertura en los Bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada
RANGOS	19,2928		9,66420	12,3124	-9,4146	140,5457	1,9297	1,2803	1,2595
	1358,5463		35,90090	45,0046	5762,2044	266,0422	2,2041	1,3485	1,2827
	4358,4280		83,29683	49,0383	30900,6703	492,6271	2,6347	1,6381	1,3019

Promedio	688,91959	2929189004,26112	22,78255	28,65854	2876,39491	203,29397	2,06689	1,31440	1,27113
desviación 1/2	669,6267519	1305990045	13,1183517	16,34610418	2885,809543	62,74824836	0,137198191	0,034132887	0,011591998
Desviación Estándar	1339,253504	2611980091	26,2367034	32,69220837	5771,619085	125,4964967	0,274396383	0,068265773	0,023183996

UNID_BIOG	Clase	Área de la clase CA	% de la cobertura en el distrito	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	AWMPFD Media de la dimensión fractal ponderada	Valores
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Bosques naturales	2	3	2	2	2	1	1	1	14

Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Herbazales	3	3	1	2	1	1	2	2	15
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Arbustales	2	3	2	2	2	1	1	2	15
Distrito Bosques Subandinos Cord. Orient Cauca - Valle	Vegetación secundaria	2	2	3	2	3	3	2	3	20
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Bosques naturales	1	1	1	1	2	2	1	1	10
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Arbustales	3	3	1	2	1	1	1	1	13
Dist Selva Nublada Orien Caquet - Cau - Put - Nariño	Vegetación secundaria	2	3	2	2	2	3	2	3	19
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Bosques naturales	2	1	1	1	2	2	2	1	12
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Vegetación secundaria	2	2	2	2	2	1	2	2	15
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Arbustales	2	2	2	2	2	2	1	2	15
Distrito. Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Herbazales	2	3	2	2	2	2	2	2	17
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Arbustales	2	3	2	2	2	2	2	3	18
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Vegetación secundaria	2	3	3	2	2	2	1	3	18
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Herbazales	2	3	1	2	2	3	2	3	18
Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Bosques naturales	2	2	2	2	3	3	3	3	20

Distrito Florencia	Vegetación secundaria	2	3	2	2	2	1	2	2	16
Distrito Florencia	Bosques naturales	2	1	2	2	3	1	3	2	16
Distrito Micay	Herbazales	3	3	1	2	1	2	2	2	16
Distrito Micay	Arbustales	3	3	1	2	1	3	1	2	16
Distrito Micay	Bosques naturales	1	1	3	1	3	1	3	3	16
Distrito Micay	Vegetación secundaria	2	3	2	2	2	3	3	3	20
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Bosques naturales	2	2	2	2	2	1	2	1	14
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Vegetación secundaria	2	3	2	2	2	1	2	2	16
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Herbazales	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Arbustales	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Bosques naturales	2	2	1	2	2	1	2	1	13
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Herbazales	2	2	2	2	2	2	1	2	15
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Vegetación secundaria	3	3	1	2	1	2	2	2	16
Distrito Páramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Arbustales	2	1	2	2	3	2	3	2	17
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Herbazales	3	3	1	2	1	2	1	2	15
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Arbustales	2	3	1	2	1	3	1	2	15
Distrito Selva Andina Cord.	Bosques	2	1	2	2	3	2	2	3	17

Occ. Cauca y Valle	naturales									
Distrito Selva Andina Cord. Occ. Cauca y Valle	Vegetación secundaria	2	2	3	2	2	2	2	3	18
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Bosques naturales	1	1	2	1	2	3	3	1	14
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Arbustales	2	3	1	2	1	3	2	2	16
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Vegetación secundaria	2	2	3	2	2	2	3	2	18
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Arbustales	2	3	1	2	2	1	2	1	14
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Bosques naturales	2	2	1	2	3	1	2	1	14
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Vegetación secundaria	2	2	2	2	2	2	2	3	17
Distrito Tumaco	Vegetación secundaria	1	2	3	2	3	3	2	1	17
Distrito Tumaco	Bosques naturales	1	1	3	2	3	3	3	2	18

alto	24
medio	18,52487623
bajo	13,47512377

Anexo E. Indicadores de Fragmentación.

4.1 Índices que cuantifican la configuración espacial

4.2 Índices de composición del área de Interés.

4.1 Índices que cuantifican la configuración espacial de las unidades de paisaje en un área de interés:

Son aquellos que se dirigen a cuantificar el carácter espacial de las unidades de biomas, dentro de un área de interés e incluyen el análisis de la configuración espacial de los fragmentos de una unidad ecosistémica o de la configuración espacial de los biomas dentro de un área de interés. Los índices que cuantifican la configuración espacial de las unidades de biomas dentro del área de estudio se dividen en tres categorías y estas son:

4.1.1 Índices que cuantifican el tamaño, la distribución y la densidad de fragmentos y biomas.

Dentro de estos índices se encuentran: el área total de las clases; el numero de parches a nivel de toda el área de interés y a nivel de cada tipo de clase de unidad de bioma dentro del área de interés; el tamaño medio de los fragmentos presentes en el área de estudio, y el tamaño medio de los fragmentos para cada tipo de bioma dentro del área de estudio.

INDICADORES	FORMULAS Y VARIABLES	INTERPRETACIÓN
<p>Área total del bioma: mide la superficie total de cada bioma en estudio que se encuentra dentro de un área de interés</p>	$ATE_{ih} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>ATE_{ih} = Superficie total del bioma i dentro de un área de interés h. a_{ij} = Superficie (m^2) de fragmentos j en un bioma i. n = números de fragmentos del bioma i en un área de interés h.</p>	<p>$0 \leq ATE_{ih} \leq$ área total del área de interés. Se acerca a cero (0) cuando el bioma i casi no existe en el área de interés, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés.</p>
<p>Porcentaje del bioma: representa la participación en porcentaje de un bioma i dentro de un área de interés h.</p>	$PE_{ih} = \left(\frac{ATE_{ih}}{A_h} \right) \times 100$ <p>Porcentaje del bioma i en un área de interés h. ATE_{ih} = Superficie total del bioma i (ha) dentro de un</p>	<p>$0 \leq PE_{ih} \leq 100$. Cuando se acerca a cero (0), el bioma correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia</p>

	<p>área de interés h. A_h = superficie total de i área de interés h (ha).</p>	<p>en la totalidad de la extensión del área de interés.</p>
<p>Número de fragmentos de un bioma: equivale al número de fragmentos presentes en un tipo de bioma.</p>	$NP = n$ <p>NP = número de fragmentos de un bioma. n = número de fragmentos j de un bioma</p>	<p>Para interpretar, cuando $NP \geq 1$, el número de fragmentos en el bioma es ilimitado, pero si $NP = 1$ indica que el bioma contiene únicamente un fragmento dentro del área de interés.</p>
<p>Tamaño medio de los fragmentos: permite identificar el tamaño medio de los fragmentos en un bioma.</p>	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ <p>MPS = Tamaño medio de los fragmentos. a_{ij} = Superficie (m^2) de fragmentos j. n = número de fragmentos j en el bioma i.</p>	<p>Si el número obtenido se aproxima es mayor que cero (0) entonces se interpreta que el tamaño medio de los fragmentos es sin límite</p>

4.1.2 Índices que cuantifican la complejidad de la forma de los fragmentos para cada tipo de bioma.

Dentro de estos índices existen: Forma Media de los fragmentos; Media de la Dimensión Fractal de los fragmentos y Media de la Dimensión Fractal de los fragmentos ponderada por área.

INDICADORES	FORMULA Y VARIABLES	INTERPRETACIÓN
<p>Forma media de los fragmentos: en esta fórmula se suma el perímetro de cada fragmento (m) dividido por la raíz cuadrada del área (m^2) de cada fragmento correspondiente a un tipo</p>	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_{ij}}{2\sqrt{\pi a_{ij}}} \right)}{n}$ <p>MSI = Forma media de los fragmentos. a_{ij} = área (m^2) del fragmento j en el bioma i. p_{ij} = perímetro (m) del fragmento j en el bioma i.</p>	<p>Cuando $MSI \geq 1$, indica que la forma es indeterminada, pero si es = a uno (1), indica que la forma promedio de los fragmentos del bioma es circular. MSI se incrementa a medida que las formas</p>

<p>de bioma, ajustado a un estándar circular por una constante, y luego se divide por el número de fragmentos del mismo tipo de bioma.</p>	<p>n = número de fragmentos j en el bioma i.</p>	<p>de los fragmentos se hacen más irregulares.</p>
<p>Media de la Dimensión fractal de los fragmentos: es una medida de la forma de los fragmentos y se basa en la relación entre el perímetro y el área del fragmento. Que el valor sea mayor a 1, para un bioma en 2 dimensiones, indica una desviación de una geometría euclidiana, es decir, un incremento en la complejidad de la forma de los fragmentos.</p>	$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{2 \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right)}{n_i}$ <p>$MPFD$ = dimensión fractal de los fragmentos. a_{ij} = área (m²) del fragmento j en el bioma i. p_{ij} = perímetro (m) del fragmento j en el bioma i. n = número de fragmentos j en el bioma i.</p>	<p>Su rango se representa así: $1 \leq MPFD \leq 2$, es decir, si el $MPFD$ se acerca a uno (1) indica que las formas tienen perímetros muy sencillos, como círculos o cuadrados, y si se aproxima a dos (2) indica que las formas tienen perímetros más sinuosos.</p>
<p>Media de la dimensión fractal de los fragmentos ponderada por área: permite obtener un ponderado de las formas de los fragmentos. Es igual que la media de la dimensión fractal de los fragmentos correspondientes a un bioma por el peso ponderado del área de los fragmentos.</p>	$AWMPFD = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln p_{ij}}{\ln a_{ij}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \right) \right]$ <p>$AWMPFD$ = ponderado de la forma media de los fragmentos. a_{ij} = área (m²) del fragmento j en el bioma i. p_{ij} = perímetro (m) del fragmento j en el bioma i. n = número de fragmentos j en el bioma i.</p>	<p>Su rango de valores es: $1 \leq AWMPFD \leq 2$. Para interpretar, si se acerca a uno (1) indica formas con perímetros muy sencillos y si se aproxima a 2 es para formas con perímetros sinuosos.</p>

4.1.3 Índices que cuantifican la tendencia espacial de los fragmentos a estar aislados de otros fragmentos del mismo tipo de bioma.

Dentro de estos índices se presentan: la media de la distancia del vecino más cercano.

INDICADORES	FORMULA Y VARIABLES	INTERPRETACIÓN
-------------	---------------------	----------------

<p>distancia media al fragmento vecino más cercano: Es la longitud promedio que separa los fragmentos j que hacen parte de un bioma i, de un área de interés h.</p>	$MNN_{iht} = \frac{\sum_{j=1}^n dvc_j}{n}$ <p>MNN_{iht} = longitud promedio (m) que separa los fragmento j que hacen parte de un área de interés h.</p> <p>dvc_j = es la distancia (m) desde el borde de uno de los fragmentos j al borde del fragmento vecino mas cercano, perteneciendo juntos al bioma i, en un área de interés h.</p> <p>n = número de fragmentos j en el que se encuentra dividido el bioma i en un área de interés h.</p>	<p>El indicador se aproxima a cero (0) cuando todos los fragmentos j en que esta dividido un bioma i, en un área de interés h, están cercanos unos de otros, y aumenta cuando dichos fragmentos se encuentran separados.</p>
---	--	---

4.2 Índices que cuantifican la composición de un área de interés:

Son aquellos que se dirigen a cuantificar las características asociadas con la diversidad de los tipos de parches de biomas, dentro de un área de interés, pero sin considerar el carácter espacial y la localización y ubicación de estos dentro del área de interés. Para tal efecto, se considera a la diversidad como el resultado de analizar la riqueza y la similitud de los parches de las diferentes unidades dentro de un área de interés.

INDICADORES	FORMULA Y VARIABLES	INTERPRETACIÓN
<p>Riqueza: Este nos indicara el número de biomas que se encuentren presentes en el área de interés.</p>	$REN_{ht} = m$ <p>REN_{ht} = Número de biomas i en un área de interés h.</p> <p>m = Número de biomas i en un área de interés h</p>	<p>El valor no requiere una interpretación especial, pues es un número entero que indicara cuantos biomas existe.</p>
<p>Diversidad de biomas: Se refiere sencillamente al número de diferentes tipos de parches de unidades dentro de un área de estudio. Se calcula con el</p>	$SDI = -\sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)$ <p>SDI = Índice de diversidad de Shannon.</p> <p>i = tipo de bioma</p> <p>P_i = porción del bioma i</p>	<p>Si $SDI = 0$ indica que el área de interés solamente contiene un bioma, que no hay diversidad de biomas. SDI se incrementa a medida que aumenta el número de biomas de diferente tipo. No</p>

<p>índice de diversidad de Shannon. Este índice representa la abundancia proporcional de cada tipo de bioma i dentro de un área de interés h.</p>	<p>presente en un área de interés.</p>	<p>tiene un límite máximo.</p>
<p>Similitud: Se refiere a la abundancia relativa de los diferentes tipos de parches de biomas; esta medida es relativa a la dominancia o equidad de los tipos de paisaje en un área de interés. Para calcular este valor tomamos el índice de similitud de Shannon.</p>	$SEI = \frac{-\sum_{i=1}^m P_i \ln P_i}{\ln m}$ <p>SEI = Índice de similitud de Shannon. i = tipo de bioma. m = número de tipos de biomas P_i = porción del bioma i presente en un área de interés m.</p>	<p>Su rango se expresa de la siguiente manera $0 = SEI = 1$. SEI es igual a cero (0) cuando el bioma contiene únicamente 1 unidad de paisaje (no hay diversidad) y se aproxima a uno (1) a medida que la distribución del área entre los diferentes tipos de biomas se hace progresivamente mas desigual (dominado por un tipo). SEI es igual a uno (1) cuando la distribución del área entre los tipos de biomas es perfectamente igual (las proporciones de abundancias son las mismas).</p>

Anexo F. Listado de hormigas de la colección de la Universidad de Nariño PSO-CZ identificadas durante este estudio.

Subfamilia	Nombre científico	DEPARTAMENTOS	
		CAUCA	NARIÑO
Dolichoderinae	<i>Azteca (Forel, 1878) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus curvilobus (Lattke, 1987)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus curvilobus (Lattke, 1987)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus curvilobus (Lattke, 1987)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus curvilobus (Lattke, 1987)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus longicollis (Mackay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus longicollis (Mackay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus shattucki (MacKay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex (Mayr, 1866) sp.</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex (Mayr, 1866) sp.</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema (Mayr, 1866) sp.</i>		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	?		x
Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex (Mayr, 1870) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex (Mayr, 1870) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Eciton (Latreille, 1804) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Eciton (Latreille, 1804) sp.</i>		x

Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus (Jurine, 1807) sp.</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus spininodis (Emery, 1890)</i>		x
Ecitoninae	<i>Labidus spininodis (Emery, 1890)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma (Smith, F., 1858) sp.</i>		
Ectatomminae	<i>Ectatomma (Smith, F., 1858) sp.</i>	x	
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum (Roger, 1860)</i>		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys (Roger, 1863) sp.</i>		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys (Roger, 1863) sp.</i>		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys haenschei (Emery, 1902)</i>		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys horni (Santschi, 1929)</i>		x
Formicinae		?	x
Formicinae		?	x
Formicinae		?	x
Formicinae		?	x
Formicinae	<i>Brachymyrmex (Mayr, 1868) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Brachymyrmex (Mayr, 1868) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Brachymyrmex (Mayr, 1868) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus ignothus-orthocephalus</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus (Mayr, 1861) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus (Mayr, 1861) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus (Mayr, 1861) sp.</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus amoris (Forel, 1904)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus amoris (Forel, 1904)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus aphelogaster (MacKay,)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus atriceps (Smith F., 1858)</i>		x

Formicinae	<i>Camponotus atriceps</i> (Smith F., 1858)		x
Formicinae	<i>Camponotus castagnoi</i> (MacKay,)		x
Formicinae	<i>Camponotus castagnoi</i> (MacKay,) cf.	x	
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus indianus</i> (Forel, 1879)		x
Formicinae	<i>Camponotus kugleri</i> (MacKay,)		x
Formicinae	<i>Camponotus lobatus-incompositus</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus ortocephalus</i> (Emery, 1894)		x
Formicinae	<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guerin-Meneville, 1838)		x
Formicinae	<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guerin-Meneville, 1838)		x
Formicinae	<i>Camponotus sericeiventris</i> (Guerin-Meneville, 1838)		x
Formicinae	<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius, 1793)		x
Formicinae	<i>Camponotus verae</i> (Forel, 1908)		x
Formicinae	<i>Camponotus wheeleri</i> (Mann, 1916)		x
Formicinae	<i>Myrmelachista joycei</i> (Longino, 2006)		x
Formicinae	<i>Myrmelachista zeledoni</i> (Emery, 1896)		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.	x	
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.	x	
Formicinae	<i>Paratrechina</i> (Motschoulsky, 1863) sp.		x
Myrmicinae		?	x
Myrmicinae		?	x
Myrmicinae		?	x
Myrmicinae		?	x
Myrmicinae		?	x
Myrmicinae		?	x

Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Aphaenogaster (Mayr, 1853) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Apterostigma (Mayr, 1865) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta (Fabricius, 1804) sp.</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes (Linneo, 1758)</i>	x

Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x
Myrmicinae	<i>Cephalotes</i> (Latreille, 1802) sp.	x
Myrmicinae	<i>Cf. Pheidole</i> sp.	x
Myrmicinae	<i>Cf. Pogonomyrmex</i> (Mayr, 1868) sp.	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> (Lund, 1831) sp.	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> (Lund, 1831) sp.	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> (Lund, 1831) sp.	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster crinossa</i> (Mayr, 1862)	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster curvispinosa</i> (Mayr, 1862)	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster curvispinosa</i> (Mayr, 1862)	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster snellingi</i> (Longino, 2003) cf.	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster stollii</i> (Forel, 1885)	x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex</i> (Mayr, 1862) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.	x
Myrmicinae	<i>Pheidole</i> (Westwood, 1839) sp.	x

Myrmicinae	<i>Solenopsis (Westwood, 1840) sp. 1</i>		x
Myrmicinae	<i>Solenopsis (Westwood, 1840) sp. 2</i>	x	
Myrmicinae	<i>Solenopsis (Westwood, 1840) sp. 2</i>		x
Myrmicinae	<i>Solenopsis (Westwood, 1840) sp. 3</i>	x	
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex zeteki (Weber, 1940)</i>		x
Myrmicinae	<i>Tranopelta gilva Mayr, 1866)</i>		x
Myrmicinae	<i>Wasmania auropunctata (Roger, 1863)</i>		x
Myrmicinae	<i>Wasmania auropunctata (Roger, 1863)</i>		x
Myrmicinae	<i>Wasmania auropunctata (Roger, 1863)</i>		x
Paraponerinae	<i>Paraponera clavata (Fabricius, 1775)</i>		x
Paraponerinae	<i>Paraponera clavata (Fabricius, 1775)</i>		x
Ponerinae		?	x
Ponerinae		?	x
Ponerinae		?	x
Ponerinae	<i>Anochetus (Mayr, 1861) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Odontomachus (Latreille, 1804) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Odontomachus erythrocephalus (Emery, 1890)</i>		x
Ponerinae	<i>Odontomachus erythrocephalus (Emery, 1890)</i>		x
Ponerinae	<i>Odontomachus erythrocephalus (Emery, 1890)</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla (Smith F., 1858) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla (Smith F., 1858) sp.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla aenescens (Mayr, 1870) cf.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla becculata*</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla cf. Carbonaria (Smith f., 1858) - shoedli (Mackay y Mackay, 2006)</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla chyzeri (Forel, 1907) cf.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla impressa (Roger, 1861) cf.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla impressa (Roger, 1861) cf.</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla scoedli (Mackay y MacKay, 2006)</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla scoedli (Mackay y MacKay, 2006) cf.</i>		x

Proceratiinae	<i>Proceratium (Roger, 1863) sp.</i>		x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex (Lund, 1831) sp.</i>		x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex (Lund, 1831) sp.</i>		x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex termitarius (Smith F., 1855)</i>		x

Anexo G. Listado de los Artículos encontrados con registros de hormigas para los departamentos de Cauca y Nariño.

Biblioteca del ICN:

Baena. M. y Alberico M., 1991. Relaciones Biogeográficas de las hormigas de la Isla Gorgona. Revista Colombiana de Entomología 17(2); 24-31

Fernández, F., 1991. Las hormigas cazadoras del genero *Ectatomma* (Formicidae: Ponerinae) en Colombia. Caldasia 16 (79): 551-564

Fernández, F., 1993. Hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatommini). Caldasia 17(2); 249-258

Fernández, F., 1997. Hormigas de Colombia VII: Nuevas especies de los géneros *Lachnomyrmex* Wheeler y *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera: Formicidae). Caldasia 19(1-2); 109-114.

Fernández, F., 2000. Notas taxonómicas sobre la "hormiga loca" (Hymenoptera: Formicidae: *Paratrechina* fulva) en Colombia. Revista Colombiana de entomología 26(3-4); 145-149

Fernández, F., 2002. Revisión de las hormigas *Camponotus* subgénero *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Papéis Avulsos de Zool., S. Paulo 42(4): 47-101.

Fernández F., 2003. Myrmicinae ants of the Genera *Ochetomyrmex* and *Tranopelta* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology Vol. 41, No. 3.

Fernández F. y Palacio E., 1997. Clave para las *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) del norte de Suramérica con la descripción de una nueva especie. Rev. Biol. Trop., 45(4): 1649-1661.

Giron, K., Lastra L., Gómez L. y Mesa N. 2005, Observaciones acerca de la biología y los enemigos naturales de *Saccharicoccus sacchari* y *Pulvinaria pos elongata*, dos homópteros asociados con la hormiga loca en caña de azúcar. Revista Colombiana de Entomología 31(1); 29-35

Lattke, J., 1986. Notes on the ant genus *Hypoclinea* Mayr, with descriptions of three new species (Hymenoptera: Formicidae). Rev. Biol. Trop., 34(2): 259-265.

Lattke, J., 1991. Studies of Neotropical *Amblyopone* Erichson (Hymenoptera: Formicidae). Contributions in Science. Number 428. p 1-7.

Longino, J. y Snelling, R. R., 2002. A taxonomic Revision of the *Procryptocerus* (Hymenoptera: Formicidae) of Central América. Contributions in Science. Number 495. p 1-30.

Ramírez, M., Armbrecht, I. y Enríquez, M, 2004. Importancia del manejo agrícola para la biodiversidad: caso de las hormigas en caña de azúcar. Revista Colombiana de Entomología 30(1); 115-123

Centro de documentación de Entomología de la Universidad del Valle:

Achury, R., 2007. Especies de hormigas atraídas a cebos de atún y relaciones de competencia con *Wasmania auropunctata* (R.) en parches de bosque seco y sus matrices. Tesis de pregrado biólogo. Universidad del Valle.

Armbrecht, I., Tischer, I. y Chacón, P., 2001. Nested subsets and partition patterns in ant assemblages (Hymenoptera, Formicidae) of Colombian dry forest fragments. Pan-Pacific Entomologist, 77(3); 196-209.

Baena, M., 1993, Hormigas cazadoras del genero *Pachycondyla* (Hymenoptera: Ponerinae) de la Isla Gorgona y la Planicie Pacífica Colombiana. Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 1(1); 13-21.

Bustos, J. 1994. Contribución al conocimiento de la fauna de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del occidente del departamento de Nariño (Colombia). Bol. Mus. Ent. Univ. Valle. 2(1,2); 19-30

Vejarano, P., 2005. Asociación de *Wasmania auropunctata* (ROGER) (Hymenoptera: Formicidae) con epífitas y heliconias en fragmentos de bosque seco tropical. Trabajo de grado Biólogo. Universidad del Valle.

Centro de documentación del Departamento de Biología de la Universidad de Nariño:

Cabrera, S., 2007. Diversidad de Hormigas (Hymenoptera; Formicidae) en la Reserva natural rio Nambí, Barbacoas, Nariño. Trabajo de Grado biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño

Cruz, K. y Ocaña, D. (1999). Reconocimiento e identificación de hormigas cortadoras de hojas en la Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco – Nariño. Trabajo de grado Biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño.

Rodríguez, K y Romero, C. (1999). Riqueza y diversidad de Formicidae (Hymenoptera) en estados sucesionales de Bosque, Granja Experimental Las Delicias, Corponariño. Tumaco - Nariño. Trabajo de Grado biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Nariño.

Centro de documentación de la Reserva Natural La Planada:

Estrada C y Fernández F., 1996. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores de perturbación en un bosque montano en la Reserva Natural La Planada (Nariño, Colombia). Trabajo de grado de Biólogo. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes.

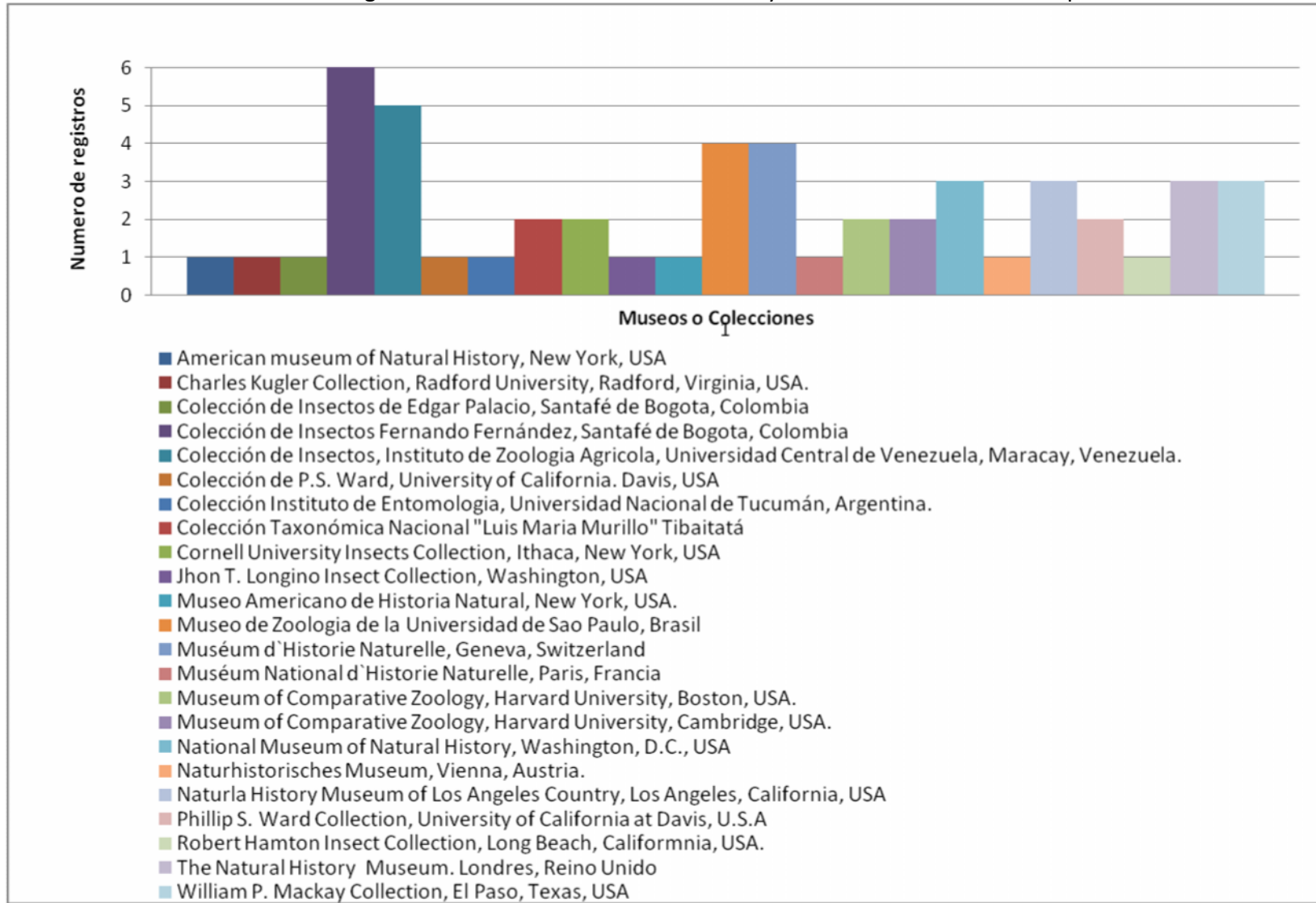
Internet:

Fernández, F. y Palacio, E., 1994. *Lenomyrmex*, an enigmatic new ant genus from the Neotropical Región (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Systematic Entomology*. 24; 2-16;

Otros:

Bustos, J., 1992-1993. Capítulo Ants. En: Salaman, P. G. W., ed. 1994. *Surveys and conservation of biodiversity in the Chocó, south-west Colombia*. Cambridge, U. BirdLife International Study Report Nº 61. pp 68-71; 164,165.

Anexo H. Grafico de número de registros en colecciones internacionales y nacionales diferentes a las presentadas.



Anexo I. Listado completo de formícidos reportados para los departamentos de Cauca y Nariño, discriminados por subfamilia.

Subfamilia	Nombre científico	Departamentos	
		Cauca	Nariño
Amblyoponinae	<i>Amblyopone sp. (Erichson, 1842)</i>	x	
Amblyoponinae	<i>Amblyopone mystriops (Brown, 1960)</i>	x	
Amblyoponinae	<i>Prionopelta sp. (Mayr, 1866)</i>	x	x
Amblyoponinae	<i>Prionopelta antillana (Forel, 1909)</i>		x
Amblyoponinae	<i>Prionopelta modesta (Forel, 1909)</i>		x
Cerapachyinae	<i>Cerapachys (Smith F., 1857) sp.</i>		x
Dolichoderinae	<i>Azteca sp. (Forel, 1878)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus sp.(Lund, 1831)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus abruptus (Smith F., 1858)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus baenae (Mackay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus bidens (Linnaeus, 1758)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus bispinosus (Oliver, 1792)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus curvilobus (Lattke, 1987)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus decollatus (Smith F., 1858)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus lamellosus (Mayr, 1870)</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus longicollis (Mackay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus lutosus (Smith F., 1858)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus shattucki (MacKay, 1993)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus smithi (Mackay, 1993)</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus superaculus (Lattke, 1987)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex sp. (Mayr, 1866)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex brunneus (Forel, 1908)</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Iridiomyrmex (Mayr, 1862) sp.</i>	x	
Dolichoderinae	<i>Linepithema sp. (Mayr, 1866)</i>	x	x
Dolichoderinae	<i>Linepithema iniquum (Mayr, 1870)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Linepithema piliferum (Mayr, 1870)</i>		x
Dolichoderinae	<i>Tapinoma melanocephalum (Fabricius, 1793)</i>	x	
Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex sp. (Mayr, 1870)</i>	x	x

Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex andicola</i> (Emery, 1894)	x	x
Ecitoninae	<i>Cheliomyrmex cf. megalonyx</i> (Wheeler W.M., 1921)		x
Ecitoninae	<i>Eciton sp.</i> (Latreille, 1804)	x	x
Ecitoninae	<i>Eciton burchellii</i> (Westwood, 1842)	x	x
Ecitoninae	<i>Eciton hamatum</i> (Fabricius, 1782)		x
Ecitoninae	<i>Eciton lucanoides</i> (Emery, 1894)		x
Ecitoninae	<i>Eciton rapax</i> (Smith F., 1855)	x	x
Ecitoninae	<i>Eciton vagans</i> (Olivier, 1792)		x
Ecitoninae	<i>Labidus sp.</i> (Jurine, 1807)	x	x
Ecitoninae	<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)		x
Ecitoninae	<i>Labidus praedator</i> (Smith F., 1858)	x	x
Ecitoninae	<i>Labidus spininodis</i> (Emery, 1890)		x
Ecitoninae	<i>Neivamyrmex sp.</i> (Borgmeier, 1940)		x
Ecitoninae	<i>Neivamyrmex diana</i> (Forel, 1912)		x
Ecitoninae	<i>Nomamyrmex sp.</i> (Borgmeier, 1936)		x
Ecitoninae	<i>Nomamyrmex hartigii</i> (Westwood, 1842)	x	x
Ectatomminae	<i>Ectatomma sp.</i> (Smith, F., 1858)	x	x
Ectatomminae	<i>Ectatomma goninion</i> (Kugler y Brown, 1982)	x	x
Ectatomminae	<i>Ectatomma ruidum</i> (Roger, 1860)	x	x
Ectatomminae	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	x	x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys</i> (Roger, 1863) sp.	x	x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys annulata</i> (Mayr, 1887)	x	x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys bisulca</i> (Kempf y Brown, 1968)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys brunnea</i> (Lattke, 1995)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys haenschei</i> (Emery, 1902)	x	x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys horni</i> (Santschi, 1929)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys mina</i> (Brown, 1956)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys nigrivitreata</i> (Lattke, 1995)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys pleurodon</i> (Emery, 1896)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys porcata</i> (emery, 1896)		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys sp. complejo striatula</i>		x
Ectatomminae	<i>Gnamptogenys strigata</i> (Norton, 1868)		x
Ectatomminae	<i>Typhlomyrmex pusillus</i> (Emery, 1894)	x	
Ectatomminae	<i>Typhomyrmex sp.</i> (Mayr, 1862)	x	

Formicinae	<i>Acropyga (Roger, 1862) sp.</i>	x	
Formicinae	<i>Acropyga fuhrmanni (Forel, 1914)</i>	x	
Formicinae	<i>Brachymyrmex sp. (Mayr, 1868)</i>	x	x
Formicinae	<i>Brachymyrmex heeri (Forel, 1874)</i>	x	
Formicinae	<i>Camponotus ignothus-orthocephalus</i>	x	
Formicinae	<i>Camponotus sp. (Mayr, 1861)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus abdominalis (Fabricius, 1804)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus aff rectangularis (Emery, 1890)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus aff traili rufogaster (Mann, 1916)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus agra (Smith F., 1858)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus amoris (Forel, 1904)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus aphelogaster (MacKay,)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus atriceps (Smith F., 1858)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus castagnoi (MacKay,)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus coloratus (Forel, 1904)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus crassus (Mayr, 1862)</i>	x	
Formicinae	<i>Camponotus indianus (Forel, 1879)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus kugleri (MacKay,)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus lobatus-incompositus</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus nidulans (Smith F., 1860)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus novogranadensis (Mayr, 1870)</i>	x	
Formicinae	<i>Camponotus ortocephalus (Emery, 1894)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus rapax (Fabricius, 1804)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus sericeiventris (Guerin-Meneville, 1838)</i>	x	x
Formicinae	<i>Camponotus sexguttatus (Fabricius, 1793)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus verae (Forel, 1908)</i>		x
Formicinae	<i>Camponotus wheeleri (Mann, 1916)</i>		x
Formicinae	<i>Gigantiops destructor (Fabricius, 1804)</i>		x
Formicinae	<i>Lasius sp. (Fabricius, 1804)</i>		x
Formicinae	<i>Myrmelachista (Roger, 1863) sp.</i>	x	x
Formicinae	<i>Myrmelachista joycei (Longino, 2006)</i>		x
Formicinae	<i>Myrmelachista zeledoni (Emery, 1896)</i>		x
Formicinae	<i>Paratrechina sp. (Motschoulsky, 1863)</i>	x	x
Formicinae	<i>Paratrechina ca. Pubens (Forel, 1893)</i>	x	
Formicinae	<i>Paratrechina fulva (Mayr, 1862)</i>	x	x
Formicinae	<i>Paratrechina guatemalensis (Forel, 1885)</i>		x
Formicinae	<i>Paratrechina longicornis (Latreille, 1802)</i>	x	

Heteroponerinae	<i>Acantoponera</i> sp. (Mayr, 1862)		x
Heteroponerinae	<i>Heteroponera</i> sp. (Mayr, 1887)	x	x
Heteroponerinae	<i>Heteroponera inca</i> (Brown, 1958)		x
Heteroponerinae	<i>Heteroponera monticola</i> (Kempf y Brown, 1970)		x
Myrmicinae	<i>Acanthognathus</i> sp. (Mayr, 1887)	x	x
Myrmicinae	<i>Acanthognathus teledectus</i> (Brown y Kempf, 1969)		x
Myrmicinae	<i>Acanthognathus brevicornis</i> (Smith M. R., 1944)	x	
Myrmicinae	<i>Acromyrmex</i> sp. (Mayr, 1865)	x	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)		x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	x	
Myrmicinae	<i>Acromyrmex hystrix</i> (Latreille 1802)	x	x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex landolti</i> (Forel, 1884)		x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Meneville, 1838)		x
Myrmicinae	<i>Acromyrmex octospinosus</i> (Reich, 1793)	x	x
Myrmicinae	<i>Adelomyrmex</i> sp. (Emery, 1897)		x
Myrmicinae	<i>Aphaenogaster</i> (Mayr, 1853) sp. .1	x	x
Myrmicinae	<i>Apterostigma</i> (Mayr, 1865) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Apterostigma convexum</i> (Lattke, 1997) cf.		x
Myrmicinae	<i>Apterostigma pilosum</i> (Mayr, 1865)	x	x
Myrmicinae	<i>Atta</i> (Fabricius, 1804) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Atta cephalotes</i> (Linneo, 1758)	x	x
Myrmicinae	<i>Atta columbica</i> (Guérin-Ménéville, 1845)		x
Myrmicinae	<i>Basiceros</i> (Schulz, 1906) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Basiceros conjugans</i> (Brown, 1974)		x
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla</i> (Emery, 1869) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Cardiocondyla minutior?</i> (Forel, 1899)	x	
Myrmicinae	<i>Carebara</i> (Westwood, 1840) sp.		x
Myrmicinae	<i>Cephalotes</i> (Latreille, 1802) sp. Myr-10	x	x
Myrmicinae	<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	x	x
Myrmicinae	<i>Cephalotes basalis</i> (F. Smith, 1876)	x	
Myrmicinae	<i>Cephalotes maculatus</i> (Smith F., 1876)	x	
Myrmicinae	<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	x	x
Myrmicinae	<i>Cephalotes patei</i> (Kempf, 1951)	x	
Myrmicinae	<i>Cephalotes porrasii</i> (Wheeler, 1942)	x	
Myrmicinae	<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius, 1804)		x
Myrmicinae	<i>Crematogaster</i> (Lund, 1831) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	x	

Myrmicinae	<i>Crematogaster brevispinosa</i> (Forel, 1908)	x	
Myrmicinae	<i>Crematogaster crinossa</i> (Mayr, 1862)	x	
Myrmicinae	<i>Crematogaster curvispinosa</i> (Mayr, 1862)	x	x
Myrmicinae	<i>Crematogaster distans</i> (Mayr, 1870)	x	
Myrmicinae	<i>Crematogaster erecta</i> (Mayr, 1866)		x
Myrmicinae	<i>Crematogaster evallans</i> (Forel, 1907)	x	
Myrmicinae	<i>Crematogaster montezumia</i> (Smith F., 1858)	x	
Myrmicinae	<i>Crematogaster snellingi</i> (Longino, 2003) cf.		x
Myrmicinae	<i>Crematogaster stollii</i> (Forel, 1885)		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex</i> (Mayr, 1862) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex auritus</i> (Mayr, 1887) cf.		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex bicornis</i> cf gr <i>rimosus</i>		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex castagnei</i> (MacKay & Baena, 1993)		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex cornutus</i> (Kempf, 1968)		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex faunulus</i> (Wheeler W. M., 1925) cf.		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex longiscapus</i> (Weber, 1940)		x
Myrmicinae	<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1851)	x	
Myrmicinae	<i>Daceton armigerum</i> (Latreille, 1802)		x
Myrmicinae	<i>Eurhopalothrix</i> sp cf. <i>pilulifera</i> (Brown y Kempf, 1960)		x
Myrmicinae	<i>Hylomyrma</i> (Forel, 1912) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Hylomyrma ca sagax</i> (Kempf, 1961)		x
Myrmicinae	<i>Hylomyrma immanis</i> (Kempf, 1973) cf		x
Myrmicinae	<i>Lachnomyrmex</i> (Wheeler W.M., 1910) sp. 1		x
Myrmicinae	<i>Lachnomyrmex grandis</i> (Fernandez y Baena, 1997)		x
Myrmicinae	<i>Lachnomyrmex longinodus</i> (Fernandez y Baena, 1997)		x
Myrmicinae	<i>Lachnomyrmex scrobiculatus</i> (Wheeler W. M., 1910)		x
Myrmicinae	<i>Lenomyrmex mandibularis</i> (Fernandez y Palacio, 1999)		x
Myrmicinae	<i>Lenomyrmex palicoureae</i> (Fernandez y Palacio)		x
Myrmicinae	<i>Lenomyrmex wardi</i> (Fernandez y Palacio, 1999)		x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> (Forel, 1885) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex bidentatus</i> (Fernandez y Baena, 1997)		x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex geminata</i>	x	
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex leoninus</i> (Forel, 1885)		x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex modestus</i> (Emery, 1896)		x

Myrmicinae	<i>Megalomyrmex pacova</i> (Brandao, 1990)		x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex</i> sp. nov		x
Myrmicinae	<i>Megalomyrmex tasyba</i> (Brandao, 1990)		x
Myrmicinae	<i>Monomorium</i> (Mayr, 1855) sp.		x
Myrmicinae	<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	x	
Myrmicinae	<i>Mycocepurus smithii</i> (Forel, 1893)		x
Myrmicinae	<i>Myrmicocrypta</i> (Smith F., 1860) sp. 1		x
Myrmicinae	<i>Nesomyrmex</i> (Mayr, 1855) sp.	x	
Myrmicinae	<i>Nesomyrmex asper</i> (Mayr, 1887)	x	
Myrmicinae	<i>Octostruma</i> (Forel, 1912) sp. 1	x	x
Myrmicinae	<i>Octostruma balzani</i> (Emery, 1894)	x	x
Myrmicinae	<i>Octostruma stenoscapa</i> (Palacio, 1997)		x
Myrmicinae	<i>Paedalgus</i> (Forel, 1911) sp.		x
Myrmicinae	<i>Pheidole</i> (Westwood, 1839) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Pheidole flavens</i> (Roger, 1863)	x	
Myrmicinae	<i>Pheidole rugiceps</i> (Wilson, 2003)	x	
Myrmicinae	<i>Pheidole susannae</i> (Forel, 1886)	x	
Myrmicinae	<i>Pheidole synarmata</i> (Wilson, 2003)	x	
Myrmicinae	<i>Pogonomyrmex</i> (Mayr, 1868) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Pogonomyrmex striatinodus</i> (Fernández y Palacio, 1998)		x
Myrmicinae	<i>Procryptocerus</i> (Emery, 1887) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Procryptocerus mayri</i> (Forel, 1899)		x
Myrmicinae	<i>Procryptocerus rudis</i> (Mayr, 1870) cf.		x
Myrmicinae	<i>Procryptocerus scabriusculus</i> (Forel, 1899)	x	
Myrmicinae	<i>Protalidris armata</i> (Brown, 1980)		x
Myrmicinae	<i>Pyramica</i> (Roger, 1862) sp.	x	x
Myrmicinae	<i>Pyramica denticulata</i> (Mayr, 1887)	x	x
Myrmicinae	<i>Pyramica eggersi</i> (Emery, 1890)	x	
Myrmicinae	<i>Pyramica gundlachi</i> (Roger, 1862)	x	x
Myrmicinae	<i>Pyramica lalassa</i> (Bolton, 2000)		x
Myrmicinae	<i>Pyramica raptans</i> (Bolton, 2000)		x
Myrmicinae	<i>Pyramica subedentata</i> (Mayr, 1887)	x	
Myrmicinae	<i>Pyramica vartana</i> (Bolton, 2000)		x
Myrmicinae	<i>Pyramica zeteki</i> (Brown, 1959)	x	x
Myrmicinae	<i>Rogeria</i> (Emery, 1894) Myr-104	x	
Myrmicinae	<i>Rogeria</i> ca. <i>Lirata</i> (Kugler, 1994)		x
Myrmicinae	<i>Rogeria</i> sp. 2 ca <i>scandens</i> (Mann, 1922)		x

Myrmicinae	<i>Rogeria sp. nov</i>		x
Myrmicinae	<i>Sericomyrmex (Mayr, 1865) sp. 1</i>		x
Myrmicinae	<i>Solenopsis (Westwood, 1840) sp.</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Solenopsis fugax (Latreille, 1798)</i>		x
Myrmicinae	<i>Solenopsis geminata (Fabricius, 1804)</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Solenopsis pollux (Forel, 1893)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Stegomyrmex (Emery, 1912) sp. 1</i>		x
Myrmicinae	<i>Stenamma (Westwood, 1839) sp.</i>		x
Myrmicinae	<i>Stenamma felixi (Mann, 1922)</i>		x
Myrmicinae	<i>Stenamma manni (Wheeler W.M., 1914)</i>		x
Myrmicinae	<i>Strumigenys (Smith F., 1860) sp. 2</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Strumigenys elongata (Roger, 1863)</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Strumigenys emmae (Emery, 1890)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Strumigenys lousianae (Roger, 1863)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Strumigenys perparva (Brown, 1958)</i>		x
Myrmicinae	<i>Strumigenys smithii (Forel, 1886)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Temnothorax subditivus (Wheeler, 1903)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Tetramorium (Mayr, 1855) sp.</i>	x	
Myrmicinae	<i>Tetramorium simillimum (Smith, 1851)</i>	x	
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex (Forel, 1893) sp.</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Trachymyrmex zeteki (Weber, 1940)</i>		x
Myrmicinae	<i>Tranopelta (Mayr, 1866) sp.</i>	x	
Myrmicinae	<i>Tranopelta gilva (Mayr, 1866) cf.</i>		x
Myrmicinae	<i>Wasmania auropunctata (Roger, 1863)</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Wasmannia (Forel, 1893) sp.</i>	x	x
Myrmicinae	<i>Wasmannia rochai (Forel, 1912)</i>	x	
Paraponerinae	<i>Paraponera clavata (Fabricius, 1775)</i>	x	x
Ponerinae	<i>Anochetus (Mayr, 1861) sp.</i>	x	x
Ponerinae	<i>Anochetus bispinosus (Smith F., 1858)</i>		x
Ponerinae	<i>Anochetus elegans (Lattke, 1987)</i>		x
Ponerinae	<i>Anochetus emarginatus (Fabricius, 1804)</i>		x
Ponerinae	<i>Anochetus mayri (Emery, 1884)</i>	x	
Ponerinae	<i>Anochetus simoni (Emery, 1890) cf.</i>		x
Ponerinae	<i>Cryptopone (Emery, 1893) sp. 1</i>		x
Ponerinae	<i>Gnamptogenys (Roger, 1863) sp. 1</i>		x
Ponerinae	<i>Hypoponera (Santschi, 1938) sp.</i>	x	x

Ponerinae	<i>Hypoponera aff. fiebrigi</i> (Forel, 19112)	x	
Ponerinae	<i>Hypoponera aff. opaciceps</i> (Mayr, 1887)	x	
Ponerinae	<i>Leptogenys</i> (Roger, 1861) sp.	x	x
Ponerinae	<i>Odontomachus</i> (Latreille, 1804) sp.	x	x
Ponerinae	<i>Odontomachus aff. Clarus</i> (Roger, 1861)	x	x
Ponerinae	<i>Odontomachus bauri</i> (Emery, 1892)	x	x
Ponerinae	<i>Odontomachus biumbonatus</i> (Brown, 1976)	x	
Ponerinae	<i>Odontomachus bradleyi</i> (Brown, 1976)		x
Ponerinae	<i>Odontomachus chelififer</i> (Latreille, 1802)	x	
Ponerinae	<i>Odontomachus erythrocephalus</i> (Emery, 1890)	x	x
Ponerinae	<i>Odontomachus mayi</i> (Mann, 1912)		x
Ponerinae	<i>Odontomachus opaciventris</i> (Forel, 1899)		x
Ponerinae	<i>Odontomachus panamensis</i> (Forel, 1899)		x
Ponerinae	<i>Odontomachus yucatecus</i> (Brown, 1976)		x
Ponerinae	<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla</i> (Smith F., 1858) sp.	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla aenescens</i> (Mayr, 1870) cf.		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla apicalis</i> (Latreille, 1802)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla becculata</i>		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla bugabensis</i> (Forel, 1899)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla carbonaria</i> (Smith F., 1858)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla carinulata</i> (Roger, 1861)	x	
Ponerinae	<i>Pachycondyla chyzeri</i> (Forel, 1907)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla constricta</i> (Mayr, 1884)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla eleonorae</i> (Forel, 1921)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla fauveli</i> (Emery, 1896)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla ferruginea</i> (Smith F., 1858)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla guianensis</i> (Weber, 1939)	x	
Ponerinae	<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla impressa</i> (Roger, 1861) cf.	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla obscuricornis</i> (Emery, 1890)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla pergandei</i> (Forel, 1909)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla scoedli</i> (Mackay y MacKay, 2006)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla stigma</i> (Fabricius, 1804)	x	x
Ponerinae	<i>Pachycondyla unidentata</i> (Mayr, 1862)		x
Ponerinae	<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)	x	x
Ponerinae	<i>Simopelta</i> (Mann, 1922) sp.	x	x

Ponerinae	<i>Simopelta ca. minima</i> (Brandao, 1989)		x
Ponerinae	<i>Simopelta williamsi</i> (Wheeler W. M., 1935)		x
Proceratiinae	<i>Discothyrea</i> (Roger, 1863) sp. 2	x	x
Proceratiinae	<i>Probolomyrmex petiolatus</i> (Weber, 1940)		x
Proceratiinae	<i>Proceratium</i> (Roger, 1863) sp.	x	x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex</i> (Lund, 1831) sp.	x	x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex boopis</i> (Roger, 1863)	x	x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex elongatus</i> (Mayr, 1870)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex flavidulus</i> (Smith F., 1858)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	x	x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex oculatus</i> (Smith F., 1855)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex oki</i> (Forel, 1906)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex osurus</i> (Forel, 1911)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex pallens</i> (Mayr, 1870)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex rochai</i> (Forel, 1912)		x
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex simplex</i> (Smith F., 1877)	x	
Pseudomyrmicinae	<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith F., 1855)	x	x

Anexo J. Cálculos para la obtención del índice de Colwell y Coddington para complementariedad taxonómica, geográfica y total.

ANEXO 9. Calculo de complementariedades.

La **complementariedad** es una medida de que tan diferentes o iguales son dos fuentes de información, es por esto que sirve tanto para evaluar el potencial de integración como el de análisis. El índice de complementariedad empleado en este trabajo de investigación, es el que proponen Colwell & Coddington (1995). Este índice representa la porción del total de taxa o localidades presentes en dos fuentes, que ocurren en una o en otra:

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 son 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 de las dos fuentes es

$$C_{jk} = U_{jk} / S_{jk}$$

El valor de este índice de complementariedad (Colwell & Coddington 1995) varía entre cero y la unidad (cero, cuando las fuentes son iguales y uno, cuando son completamente distintas). El análisis de complementariedad se realizó entre los dos tipos de información, es decir, entre los datos de colecciones y los de bibliografía, y entre las los datos de las colecciones biológicas.

A continuación se presentan las tablas de cálculo en donde se hallaron las complementariedades durante esta investigación:

COMPLEMENTARIEDAD TAXONÓMICA EN GÉNEROS:

Numero de géneros en una u otra colección (S_j y S_k):

	S_j y S_k
PSO-CZ	58
MHNUC	37
ICN-E	15
IaVH-E	62

MEUV	48
UNAB	8

Numero de géneros compartidos entre pares de colecciones (Vjk)

Vjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	32	14	48	40	8
MHNUC		x	10	31	30	6
ICN-E			x	14	14	4
IAvH-E				x	43	8
MEUV					x	8
UNAB						x

Numero combinado de géneros entre pares de colecciones (Sjk)

Sjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	63	81	72	66	58
MHNUC		x	42	68	55	39
ICN-E			x	63	49	19
IAvH-E				x	67	62
MEUV					x	48
UNAB						x

Numero de géneros únicos en cualquiera de la colecciones (Ujk)

Ujk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	31	45	24	26	50
MHNUC		x	32	37	25	33
ICN-E			x	49	35	15
IAvH-E				x	24	54
MEUV					x	40
UNAB						x

Complementariedad taxonómica para géneros

GÉNEROS

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,49206349	0,55555556	0,33333333	0,39393939	0,86206897
MHNUC		X	0,76190476	0,54411765	0,45454545	0,84615385
ICN-E			X	0,77777778	0,71428571	0,78947368
IAvH-E				X	0,35820896	0,87096774
MEUV					X	0,83333333
UNAB						X

COMPLEMENTARIEDAD GEOGRÁFICA

PARA BIOMAS:

Numero de biomas en una u otra colección (Sj y Sk):

	Sj y Sk
PSO-CZ	8
MHNUC	5
ICN-E	5
IAvH-E	8
MEUV	7
UNAB	7
OTRAS	7

Numero de biomas compartidos entre pares de colecciones (Vjk)

Vjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	5	5	6	6	5
MHNUC		x	3	5	4	3
ICN-E			x	5	4	5
IAvH-E				x	7	6
MEUV					x	5
UNAB						x

Numero combinado de biomas entre pares de colecciones (Sjk)

Sjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	8	8	10	9	10
MHNUC		x	7	8	8	9
ICN-E			x	8	8	7
IAvH				x	8	9
MEUV					x	9
UNAB						x

Numero de biomas únicos en cualquiera de la colecciones (Ujk)

Ujk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	3	3	4	3	5
MHNUC		x	4	3	4	6
ICN-E			x	3	4	2
IAvH-E				x	5	3
MEUV					x	4
UNAB						x

Complementariedad taxonómica para biomas

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,375	0,375	0,4	0,333	0,5
MHNUC		X	0,571	0,375	0,5	0,667
ICN-E			X		0,5	0,286
IAvH-E				X	0,625	0,333
MEUV					X	0,444
UNAB						X

PARA COBERTURAS VEGETALES:

Numero de coberturas vegetales en una u otra colección (Sj y Sk):

	Sj y Sk
PSO-CZ	9
MHNUC	8
ICN-E	6
IAvH-E	8
MEUV	6
UNAB	7

Numero de coberturas vegetales compartidos entre pares de colecciones (Vjk)

Vjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	6	6	7	5	7
MHNUC		x	6	7	3	6
ICN-E			x	6	3	6
IAvH-E				x	4	7
MEUV					x	4
UNAB						x

Numero combinado de coberturas vegetales entre pares de colecciones (Sjk)

Sjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	11	9	10	10	9
MHNUC		x	8	9	11	9
ICN-E			x	8	9	7
IAvH				x	10	8
MEUV					x	9
UNAB						x

Numero de coberturas vegetales únicos en cualquiera de la colecciones (Ujk)

Ujk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	5	3	3	5	2
MHNUC		x	2	2	8	3
ICN-E			x	2	6	1
IAvH-E				x	6	1
MEUV					x	5
UNAB						x

Complementariedad taxonómica para coberturas vegetales

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,45455	0,333	0,3	0,5	0,222
MHNUC		X	0,25	0,222	0,727	0,333
ICN-E			X	0,25	0,667	0,143
IAvH-E				X	0,6	0,125
MEUV					X	0,556
UNAB						X

PARA DISTRITOS:

Numero de distritos en una u otra colección (Sj y Sk):

	Sj y Sk
PSO-CZ	10
MHNUC	7
ICN-E	7
IAvH-E	13
MEUV	8
UNAB	10
OTRAS	9

Numero de distritos compartidos entre pares de colecciones (Vjk)

Vjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	4	5	7	5	6
MHNUC		x	3	7	3	4
ICN-E			x	7	5	6
IAvH-E				x	7	9
MEUV					x	5
UNAB						x

Numero combinado de distritos entre pares de colecciones (Sjk)

Sjk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
-----	--------	-------	-------	--------	------	------

PSO-CZ	x	13	12	16	13	14
MHNUC		x	11	13	12	13
ICN-E			x	13	10	11
IAvH				x	14	14
MEUV					x	13
UNAB						x

Numero de distritos únicos en cualquiera de la colecciones (Ujk)

Ujk	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	x	9	7	9	8	8
MHNUC		x	8	6	9	9
ICN-E			x	6	5	5
IAvH-E				x	11	5
MEUV					x	8
UNAB						x

Complementariedad taxonómica para distritos:

COLECCIONES	PSO-CZ	MHNUC	ICN-E	IAvH-E	MEUV	UNAB
PSO-CZ	X	0,69231	0,583	0,563	0,615	0,571
MHNUC		X	0,727	0,462	0,75	0,692
ICN-E			X		0,5	0,455
IAvH-E				X	0,786	0,357
MEUV					X	0,615
UNAB						X

COMPLEMENTARIEDAD TOTAL:

Para la complementariedad total se hizo uso de la siguiente formula:

$$CC_T = (R_1/S_T) + (R_2/S_T)/2 + \dots (R_n/S_T)/n$$

Donde,

$R_{1,2,\dots,n}$ = Número de taxa o unidades geográficas que están registradas en 1,2,...n conjuntos de datos.

S_T = Número total de taxa o unidades geográficas existentes en el conjunto de colecciones.

n = Número máximo de conjuntos de datos que comparten unidades taxonómicas o geográficas.

Los resultados obtenidos de esta forma son los siguientes.

Complementariedad total para géneros:

GÉNEROS	Rn
R1	19
R2	16
R3	11
R4	20
R5	8
R6	4

CCt 0,48632479

BIOMAS	Rn
R1	2
R2	1
R3	2
R4	3
R5	1
R6	2

CCt 0,404545455

COBERTURAS	Rn
R1	1
R2	4
R3	0
R4	2
R5	2
R6	3

CCt 0,366666667

DISTRITOS	Rn
R1	5
R2	3
R3	4
R4	3
R5	2
R6	2

CCt 0,490350877

Anexo K. Matriz completa para la obtención de los índices de fragmentación para coberturas vegetales naturales en Biomas y distritos biogeográficos.

ANEXO 10. Valoración de la fragmentación en Biomas y Distritos biogeográficos de los departamentos de Cauca y Nariño

1. Valoración de la fragmentación en Biomas de los departamentos de Cauca y Nariño

BIOMA	Clase	Área de la clase CA	Área total del paisaje TLA	% total cobertura en bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de fragmentos MPS	Coficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	Media de la dimensión fractal ponderada AWMPFD
Helobioma (HeloB) Pacífico-Atrato	Bosques naturales	2494506139,25	4988886210,0 1	50,00126	79	31576027,07 91	301,75075	1,98421	1,24077	1,26505
	Vegetación secundaria	1602452543,36	4988886210,0 1	32,12045	56	28615223,98 85	302,67286	2,38270	1,27266	1,26291
Orobioma (OroB) Alto Andes	Arbustales	2903200216,57	8545719396,5 3	33,97257	82	35404880,68 98	348,86590	2,57699	1,28785	1,32749
	Bosques naturales	1280650500,10	8545719396,5 3	14,98587	70	18295007,14 43	164,40915	2,39143	1,26289	1,27372
	Herbazales	1409971493,08	8545719396,5 3	16,49916	90	15666349,92 31	194,61660	2,51446	1,47584	1,29396
	Vegetación secundaria	323373238,602	8545719396,5 3	3,78404	92	3514926,506 55	139,53679	2,08037	1,26680	1,27615
Orobioma (OroB) Bajo Andes	Arbustales	11628594,9275	16966891932,7	0,06854	3	3876198,309 16	57,60198	1,84455	1,24848	1,25472
	Bosques naturales	9367177584,28	16966891932,7	55,20857	47	199301650,7 29	361,68105	2,41070	1,27321	1,29431
	Herbazales	11029730,5111	16966891932,7	0,06501	1	11029730,51 11	0,00000	3,96466	1,32596	1,32596
	Vegetación secundaria	2921963022,50	16966891932,7	17,22156	294	9938649,736 38	234,58398	2,43398	1,29110	1,29925
Orobioma azonal (OrobAZ) del Valle del Patía	Arbustales	18740257,9975	1242989675,1 0	1,50768	9	2082250,888 61	47,79441	1,79814	1,25310	1,25244
	Bosques naturales	13448720,3843	1242989675,1 0	1,08197	3	4482906,794 77	94,11958	1,73749	1,24304	1,24706
	Herbazales	33379281,1040	1242989675,1 0	2,68540	3	11126427,03 47	94,11513	1,77549	1,23368	1,20458
	Vegetación secundaria	372918071,779	1242989675,1 0	30,00170	33	11300547,62 97	294,56342	2,50511	1,27776	1,30528
Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical (ZAST) del Alto Magdalena	Vegetación secundaria	4514115,37644	26821575,561 9	16,83016	1	4514115,376 44	0,00000	2,60949	1,29037	1,29037

Zonobioma Húmedo Tropical (ZHT) Amazonia-Orinoquia	Bosques naturales	538633976,0960	735536777,91500	73,23005	12	44886164,6747	215,95292	1,97632	1,26136	1,25605
	Vegetación secundaria	70582360,95870	735536777,91500	9,59603	20	3529118,04793	139,22729	1,82558	1,30223	1,26211
Zonobioma Húmedo Tropical (ZHT) Pacífico-Atrato	Bosques naturales	7732744760,4900	10347439971,50000	74,73099	56	138084727,866	261,51482	2,15250	1,24992	1,24786
	Vegetación secundaria	1771220360,77	10347439971,5	17,11747	79	22420510,8958	390,54866	2,22537	1,25705	1,26203

2. Valoración de la fragmentación en Distritos biogeográficos de los departamentos de Cauca y Nariño discriminado por coberturas geográficas.

BIOMA	Clase	Área de la clase CA	Área total del paisaje TLA	% total cobertura en bioma	Numero de fragmentos NP	Tamaño medio de los fragmentos MPS	Coefficiente de variación del tamaño del parche PSCoV	Forma Media de los fragmentos MSI	Media de la dimensión fractal de fragmentos MPFD	Media de la dimensión fractal ponderada AWMPFD
Distrito Bosques Subandinos Cordillera Oriental Cauca - Valle	Arbustales	58654039,8058	4399111823,92000	1,33332	23	2550175,64373	193,59917	1,73075	1,27829	1,26779
	Bosques naturales	125541418,807	4399111823,92000	2,85379	13	9657032,21596	202,82993	1,82475	1,24601	1,23039
	Herbazales	1536469,04000	4399111823,92000	0,03493	2	768234,52000	78,20179	1,76902	1,28205	1,26846
	Vegetación secundaria	1221427766,34	4399111823,92000	27,76533	150	8142851,77559	292,57408	2,39956	1,28151	1,31925
Distrito Selva Nublada Oriental Caquetá - Cauca - Putumayo - Nariño	Arbustales	3950734,94000	1944172603,22000	0,20321	3	1316911,64667	21,44473	1,76472	1,25972	1,25581
	Bosques naturales	1854040215,32	1944172603,22000	95,36397	6	309006702,553	156,23070	1,99310	1,22279	1,22875
	Vegetación secundaria	63606145,7752	1944172603,22000	3,27163	17	3741537,98678	159,31991	2,21679	1,28903	1,30320
Distrito Bosques Subandinos Orientales Cauca - Huila	Arbustales	592296660,742	1706051296,67000	34,71740	14	42306904,3387	223,43891	2,09731	1,27170	1,26719
	Bosques naturales	613009532,701	1706051296,67000	35,93148	8	76626191,5877	161,09412	2,16664	1,28262	1,23529
	Herbazales	107048833,608	1706051296,67000	6,27466	23	4654297,11339	225,78827	1,93075	1,29540	1,26306
	Vegetación secundaria	186015596,696	1706051296,67000	10,90328	36	5167099,90821	219,84269	1,90636	1,33324	1,27073

Distrito Bosques Andinos Nariño Occidental	Arbustales	108088038,489	3212109494,15 000	3,36502	28	3860287,08888	175,72250	2,14230	1,32847	1,29572
	Bosques naturales	1082535852,86	3212109494,15 000	33,70171	33	32804116,7533	317,07632	2,21625	1,36762	1,29854
	Herbazales	297676556,820	3212109494,15 000	9,26732	10	29767655,6820	190,88029	2,86248	1,28179	1,30545
	Vegetación secundaria	278000652,306	3212109494,15 000	8,65477	71	3915502,14515	192,57403	2,11281	1,27494	1,28882
Distrito Florencia	Bosques naturales	860085255,937	1080507291,64 000	79,60013	17	50593250,3492	359,52882	1,88720	1,45924	1,26352
	Vegetación secundaria	103167993,067	1080507291,64 000	9,54811	28	3684571,18096	167,36646	1,80229	1,30026	1,26507
Distrito Micay	Arbustales	7407416,54506	7631961006,90 000	0,09706	1	7407416,54506	0,00000	2,43013	1,27228	1,27228
	Bosques naturales	6831520133,39	7631961006,90 000	89,51199	47	145351492,200	668,50571	1,91643	1,36443	1,28658
	Herbazales	1011005,30915	7631961006,90 000	0,01325	1	1011005,30915	0,00000	1,98212	1,28202	1,28202
	Vegetación secundaria	436961275,032	7631961006,90 000	5,72541	35	12484607,8580	235,79116	2,47631	1,35156	1,32620
Distrito Paramos Nariño-Putumayo	Arbustales	197063036,777	632715247,530 00	31,14561	34	5795971,66991	161,22122	1,99368	1,32108	1,26261
	Bosques naturales	150753057,646	632715247,530 00	23,82637	24	6281377,40191	176,93856	1,85247	1,30941	1,25420
	Herbazales	153555127,383	632715247,530 00	24,26923	27	5687226,94013	215,83714	1,94146	1,32154	1,26518
	Vegetación secundaria	32650792,7504	632715247,530 00	5,16042	15	2176719,51669	158,93679	1,78124	1,31318	1,26300
Distrito Paramos Cauca - Huila - Valle - Tolima	Arbustales	288105655,695	757435642,153 00	38,03698	36	8002934,88041	320,50590	1,95661	1,41930	1,27722
	Bosques naturales	163456377,731	757435642,153 00	21,58023	11	14859670,7028	215,65234	1,69501	1,28831	1,23384
	Herbazales	246257391,213	757435642,153 00	32,51199	36	6840483,08926	176,16993	1,97357	1,27761	1,26437
	Vegetación secundaria	5305260,83344	757435642,153 00	0,70042	3	1768420,27781	99,03134	1,94702	1,28354	1,28258
Distrito Selva Andina Cordillera Occidental Cauca y Valle	Arbustales	32652722,9058	1766830282,96 000	1,84810	2	16326361,4529	9,80413	2,63473	1,26897	1,26812
	Bosques naturales	1142441674,76	1766830282,96 000	64,66052	22	51929167,0345	283,19174	2,09821	1,31202	1,28589
	Herbazales	7004539,97111	1766830282,96 000	0,39645	4	1751134,99278	17,01910	1,94996	1,26428	1,26452

	Vegetación secundaria	378320980,444	1766830282,96000	21,41241	69	5482912,76006	250,67790	1,98754	1,29489	1,28569
Distrito Selva Subandina Vertiente Pacífica Cauca	Arbustales	43287676,3064	3160270259,75000	1,36975	2	21643838,1532	99,95552	2,21524	1,30595	1,27234
	Bosques naturales	2632404967,25	3160270259,75000	83,29683	15	175493664,483	220,83768	2,59041	1,63806	1,25181
	Vegetación secundaria	309205672,877	3160270259,75000	9,78415	58	5331132,29099	224,41263	2,01839	1,35593	1,28211
Distrito Subandino Oriental Sur Cord. Central	Arbustales	22453120,7267	737093441,68800	3,04617	6	3742186,78778	156,15430	1,84384	1,29574	1,23663
	Bosques naturales	89897814,2604	737093441,68800	12,19626	12	7491484,52170	307,08735	1,68676	1,34448	1,23492
	Vegetación secundaria	202768160,604	737093441,68800	27,50915	27	7509931,87424	220,32984	2,18346	1,30513	1,30192
Distrito Tumaco	Bosques naturales	4358428007,29	9993133250,16000	43,61423	141	30910836,9311	492,62713	2,40053	1,35516	1,27825
	Vegetación secundaria	2956109731,74	9993133250,16000	29,58141	65	45478611,2575	286,85246	2,36416	1,29068	1,25679