



2.10.1.3 Peces

La diversidad biológica se define como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Hutchinson, 1981).

La complejidad que introduce en la naturaleza animal la complicación de la red alimentaria es probablemente la causa más obvia de diversidad biológica. La diversificación que introducen las relaciones tróficas en su forma más simple es limitada, cuando existen diferencias cualitativas en el alimento entre las especies de cualquier nivel, como siempre ocurre cuando están presentes, por lo menos, dos especies; la diversidad afecta asimismo no sólo a la longitud de la cadena trófica, sino a lo apretado del empaquetamiento de especies (Hutchinson 1981).

La Cordillera de los Andes es el mayor sistema de montañas continuas con terrenos abruptos y frágiles, se estima que el 50% de las especies del Neotrópico se encuentran allí. Dentro de este sistema están nuestras tres cordilleras (Central, Occidental y Oriental), que son más o menos paralelas, orientadas de sur a norte y están separadas por dos valles, el Cauca, entre las cordilleras Occidental y Central y el Magdalena, entre la Central y Oriental (AIM, 2002).

De las cordilleras se generan recursos hídricos muy importantes para Colombia, albergan una gran variedad de especies (incluso algunas montañas altoandinas son el último refugio de muchas plantas y animales que en las tierras bajas han desaparecido) y han actuado como una barrera que protege de organismos alteradores, a las zonas tropicales más bajas (AIM, 2002).

Cada cordillera tiene características físicas propias que determinan qué condiciones y especies predominarán en sus ecosistemas, como por ejemplo, la Occidental es la más baja con una elevación de 2000m en promedio; en ésta no existen picos nevados y los páramos son escasos. La cordillera Central es la más alta (3000 - 3500m) con picos nevados que exceden los 5400m; allí se han identificado 81 estructuras volcánicas, de las cuales, seis (Ruiz, Santa Isabel, Santa Rosa, Quindío, Tolima, Cerro Bravo) son volcanes activos desde los últimos 6000 años; el vulcanismo ha sido un factor de extinción de especies durante intervalos de gran actividad (AIM, 2002).

La cordillera Oriental por su parte, es la más ancha y posee dos ambientes típicos y únicos en el planeta: Bosque Alto Andino y el Páramo. Los páramos se encuentran por encima de los 3100 m, son los ecosistemas más sofisticados para el almacenamiento y filtración de agua, por la gran acumulación de materia orgánica y por la morfología característica de sus plantas que actúan como esponja; además los suelos de páramo, están asociados a altos contenidos de



cenizas volcánicas que causa una mayor lentitud de los procesos de descomposición (AIM, 2002).

Los peces constituyen el grupo más numeroso del phylum de los vertebrados, de los que representan alrededor de la mitad de las especies. Se les encuentra en agua dulce, salobre o salada, tanto en los abismos oceánicos como en los lagos de alta montaña, desde las regiones polares a los oasis de los desiertos. Bajo el nombre de peces se engloban dos grupos diferentes, tanto desde el punto de vista evolutivo como del morfológico y anatómico: peces cartilaginosos y peces óseos. Otros dos grupos, relacionados con los peces de manera puramente formal, debido a su morfología y su modo de vida, las lampreas y los mixinos, son formas particularmente arcaicas, aunque algunos autores los consideran como otro grupo de peces (los sin mandíbula). (Laymuns, 1997).

Los peces son animales de sangre fría, caracterizados por poseer vértebras, branquias y aletas, y dependen primordialmente del agua, que es el medio en donde viven. Los peces son los vertebrados más numerosos, estimando que existen cerca de 20.000 especies vivientes, aunque se piensa que pueden ser hasta 40.000 (Lagler, 1984). De las cuales un 40% vive en agua dulce y un 60% en los mares. Sólo unas pocas especies pueden pasar de uno de estos medios al otro (Salmónidos, Acipenséridos, anguilas, etc.) (Laymuns, 1997)

Realmente no es sorprendente la gran variedad de peces si tomamos en cuenta la antigüedad del grupo y la gran extensión y variedad que presenta su hábitat (Lagler 1984). La gran diversidad ecológica de peces es reflejada en la variedad de formas corporales y medidas de locomoción que ellos poseen (Moyle, *sf*). Entre los peces de agua dulce, el número de especies presentes en las aguas crece progresivamente desde los polos hacia el ecuador, aunque también depende de las dimensiones y de la historia geológica del medio. (Laymus, 1997)

Aunque los Osteichthyes poseen un esqueleto óseo, hemos visto que esta característica no es exclusiva de ellos. La evidencia fósil, claramente apunta a la conclusión de que sus antepasados no solamente tenían hueso; sino que muchos de ellos tenían mejor osificación que los actuales descendientes. (Lagler 1984). Tres grupos importantes de peces pueden ser reconocidos: 1) los peces de aletas lobuladas o crisopterigios, los peces pulmonados o dipnoos, y los peces con espinas en las aletas (actinopterygii) (Lagler, 1984).

La región Neotropical tiene dos zonas zoogeográficas distintas, el continente Sudamericano y Centro América. La fauna íctica de las dos sub regiones refleja de hecho, que Sudamérica estuvo aislada de los otros continentes por un largo periodo de tiempo, mientras América Central es de un origen geológicamente reciente (Moyle *sf*). En Sudamérica se concentra la mayor diversidad de peces de agua dulce del mundo, y en especial la cuenca del Amazonas, punto central de esta riqueza (Salinas y Agudelo, 2000).



Los peces dulceacuícolas primarios de América del Sur están extraordinariamente limitados en número de grupos pero, al mismo tiempo, constituyen, de todas las faunas continentales, la mas rica y mas variada (Lagler 1984), aproximadamente mas de 2600 especies, muchas de ellas sin descubrir (Moyle *sf*). Uno de los aspectos mas llamativos de la fauna íctica Sudamericana es la completa ausencia de la familia Cyprinidae, la cual domina la fauna de peces en todas las otras regiones zoogeográficas excepto la región de Australia (Moyle *sf*).

En cambio, los peces dominantes son los carácidos (orden Characiformes, 8 familias, 7 de ellas endémicas, con cerca de 1200 especies) y los peces gato (orden Siluriformes, 13 familias endémicas, con cerca de 1300 especies) (Moyle, *sf*). La ictiofauna de agua dulce de Colombia, se considera como una de las mas diversas del Neotrópico, pues hace parte fundamental de la fauna íctica de Sudamérica. Diferentes estimaciones sobre el número de especies en el país, siendo esta fauna dominada por Characiformes y Siluriformes, seguida de los Gymnotiformes. Probablemente cerca de 2000 especies se encuentran en Colombia, representando unas 50 familias (Salinas y Agudelo, 2000).

2.10.1.3.1 Métodos

De Campo

Se establecieron 41 estaciones de muestreo (Tabla 2.130 y Figura 2.48) teniendo en cuenta la variación altitudinal y los afluentes que la conforman. Se realizaron dos muestreos (período de sequía y período de lluvias), en el primero, fueron muestreadas 28 estaciones durante once días (13 – 23 agosto de 2004) y 6 durante tres días (24-26 septiembre de 2004), en el segundo se visitaron 34 estaciones durante 13 días (11-24 de noviembre de 2004). La variación en número de estaciones durante los muestreos se debe al aumento del caudal en ríos y quebradas en el periodo de lluvias impidiendo el acceso a algunas zonas de muestreo.

Cada una de las estaciones de muestreo se caracterizaron teniendo en cuenta: el tipo de fondo, presencia y tipo de vegetación, márgenes de los cuerpos de agua, profundidad, ancho y flujo; el tipo de corriente se determinó de acuerdo a la escala de Roldán-Pérez (1992).

Captura. La pesca con electricidad es un método utilizado frecuentemente para estimar la abundancia y composición de especies en quebradas o caños pero muy poco usado en Colombia (Mojica y Galvis, 2002) Este tipo de pesca está determinada principalmente por factores biológicos tales como la talla del pez, la especie, y por factores físicos como la conductividad del agua y su temperatura (Guerrero- Kommritz, 1997).



Tabla 2.128 Estaciones de muestreo en la cuenca del río Prado (Tolima).

PUNTO	ESTACIÓN	VEREDA	M/CIPIO	N	W	ALTURA
1	R. Negro	Buenos Aires	Prado	3° 56' 2,51"	74° 53' 59,54"	1285
7	R. Negro (brisas del río)	Aco Nuevo	Prado	3° 51' 11,48"	74° 56' 27,26"	430
8	Q. Aco	Aco Nuevo	Prado	3° 51' 11,48"	74° 55' 35,22"	387
9	Q. El Contenido	La Virginia	Prado	3° 45' 18,73"	74° 55' 6,78"	285
10	R. Prado (Desembocadura)	La Virginia	Prado	3° 43' 46,84"	74° 52' 7,70"	289
15	R. Prado (Puerto el Medio)	La Virginia	Prado	3° 45' 9,20"	74° 54' 52,67"	308
16	Lozania	Lozania Embalse	Prado	3° 52' 43,07"	74° 47' 57,95"	376
18	Q. Corinto (Acueducto)	Corinto	Prado	3° 47' 58,47"	74° 53' 15,98"	429
19	Corinto (parte alta)	Corinto	Prado	3° 47' 46,97"	74° 53' 26,89"	393
21	Desembocadura Q. Corinto	Corinto	Prado	3° 47' 52,70"	74° 53' 20,73"	340
22	R. Cunday (Antes unión)	Valencia	Prado	3° 54' 18,84"	74° 44' 34,85"	450
23	R. Cuinde Blanco unión río Cunday	Valencia	Prado	3° 54' 22,26"	74° 44' 40,40"	450
24	R. Cuinde Blanco (Antes Unión)	Valencia	Prado	3° 54' 22,69"	74° 44' 35,28"	450
25	Quebrada N° 1	Alto Torres	Cunday	3° 58' 47,69"	74° 51' 32,13"	1551
26	Quebrada N° 2	Alto Torres	Cunday	3° 58' 40,99"	74° 51' 25,80"	1478
27	R. Cuinde Negro	Puerto Lleras	Cunday	4° 00' 03,60"	74° 49' 53,69"	1240
29	Q. Arcadia	La Arcadia	Villarrica	4° 03' 12,03"	74° 52' 22,90"	1150
30	R. Cuinde Blanco	La Arcadia	Villarrica	4° 03' 46,91"	74° 44' 56,64"	945
31	Q. Aguas Blancas	La Arcadia	Villarrica	4° 03' 45,51"	74° 45' 0,88"	950
33	R. Cuindefeo	Manzanita	Villarrica	4° 06' 29,79"	74° 43' 59,65"	1550
36	Q. Aldana	Castillo	Villarrica	4° 05' 15,95"	74° 45' 27,22"	1386
38	R. Vichía (antes Q. Pedregosa)	San Pedro	Cunday	4° 03' 55,92"	74° 38' 40,22"	1000
39	Q. Pedregosa (antes desembocadura)	San Pedro	Cunday	4° 03' 56,48"	74° 38' 40,93"	1000
40	R. Vichía y Q. Pedregosa juntos	San Pedro	Cunday	4° 03' 54,13"	74° 38' 40,77"	1000
42	R. Cunday	Varsovia	Cunday	4° 04' 58,20"	74° 35' 25,72"	900
43	Q. Cristalina	Los Alpes	Cunday	4° 02' 49,29"	74° 43' 38,08"	946
44	R. Cunday	Parroquia Vieja	Cunday	4° 01' 57,54"	74° 34' 57,27"	400
45	Q. Caribe (Después)	La Colonia	Villarrica	4° 07' 59,50"	74° 47' 53,02"	2254
46	Q. Caribe (Antes)	La Colonia	Villarrica	4° 08' 1,71"	74° 47' 52,05"	2257
47	Q. La Cucuana	La Colonia	Villarrica	4° 06' 23,82"	74° 47' 24,60"	1800
49	Q. La Granja	La Granja	Villarrica	4° 06' 15,75"	74° 46' 47,24"	1608
51	Q. La Pedregosa	Las Catorce	Cunday	4° 05' 22,05"	74° 37' 26,72"	1441
52	Q. Lagunilla	La Hoya	Cunday	4° 05' 52,40"	74° 37' 52,55"	1592
54	R. Vichía (bajo puente vía La Aurora)	Bajo Robles	Villarrica	4° 05' 7,62"	74° 42' 8,85"	1443
55	Quebrada (Berlín)	La Virginia	Prado	3° 44' 1,42"	74° 52' 12,73"	290
56	R. Vichía (bajo puente)	San Pedro	Cunday	4° 03' 11,92"	74° 39' 15,33"	850
57	R. Vichía (La Aurora)	Agua Blanca El Roble	Cunday	4° 04' 57,72"	74° 40' 43,09"	1400
58	Acueducto Villarrica (R. Cuindecito)	El Mayaral	Villarrica	4° 04' 44,03"	74° 43' 54,31	1350
59	R. Cuindefeo	Castillo	Villarrica	4° 05' 16,01"	74° 44' 53,79"	1386
60	R. Negro (Fca. La Mora)	Aco Nuevo	Prado	3° 51' 5,39"	74° 53' 46,65"	430
61	Q. Aguas Claras (Q. Blanca)	Agua Blanca El Roble	Cunday	4° 04' 57,82"	74° 41' 17,12"	1550
62	R. Cuinde negro	San Pablo	Cunday	3° 56' 00"	74° 40' 00"	640
63	R. Cuindeblanco	San Pablo	Cunday	3° 56' 00"	74° 40' 00"	640
64	Q. Ruidosa	Cerca casco urbano	Villarrica	3° 57' 30,1"	74° 36' 50"	1071
65	Q. Guanaca	Guanaca	Villarrica	3° 54' 58"	74° 34' 35,3"	1460
70	Q. Montañita	San José	Dolores	3° 31' 38,4"	74° 49' 48"	1580
71	Q. La Montaña	San José	Dolores	3° 31' 30,5"	74° 49' 44,4"	1710
72	Q. El Pescado	San Pablo	Dolores	3° 35' 57,5"	74° 51' 16,4"	1187
73	Q. Fria	San Pablo	Dolores	3° 36' 24,7"	74° 50' 23,4"	1190
74	Q. Fria Alto	San Pablo	Dolores	3° 35' 14,1"	74° 49' 23"	1680
75	Q. La Lejía	Soledad	Dolores	3° 41' 5,6"	74° 45' 30,9"	1184
76	Q. El Boquerón	Soledad	Dolores	3° 39' 45,1"	74° 46' 1,08"	1102
77	Q. La Laja	Rionegro	Dolores	3° 38' 50"	74° 48' 56,4"	989

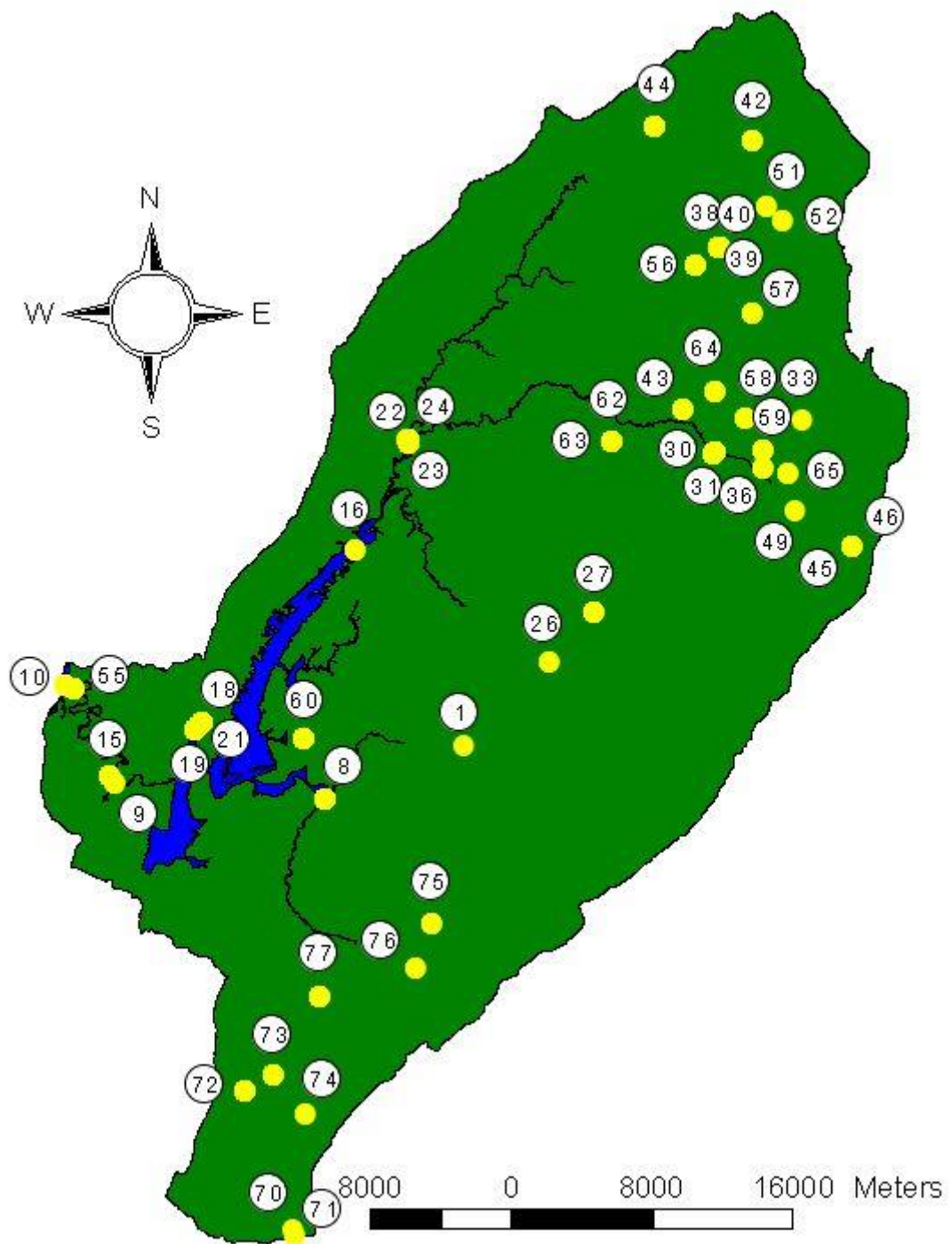


Figura 2.48 Estación de Muestreo en la Cuenca del Río Prado



El muestreo se realizó tomando un tramo del cauce, de aproximadamente 100 metros de largo durante un hora, con recorridos las orillas de los ríos y por todo lo ancho en las quebradas haciendo fluir una corriente eléctrica de 340 voltios, 1 amperio, entre dos electrodos que se colocaron en el agua utilizando para ello una fuente portátil de corriente continua directa. Los peces se dirigen hacia el electrodo positivo modificado a manera de nasa redonda (50 cm de diámetro) con mango de PVC, junto con una red de pesca de apoyo la cual fue colocada aguas abajo del sitio de muestreo para la recolección de los ejemplares vivos y sin daño de sus estructuras (Foto 2.37), debido a que el efecto de la corriente transmitida tan solo inhibe su nado, lo que hace más fácil su captura y posterior manipulación (Mojica y Galvis, 2002).

Se utilizaron adicionalmente mallas de arrastre (chinchorros de 10 y 20 metros de longitud con ojo de malla de 2 mm. y 1.5 metros de altura) las cuales fueron utilizadas en aquellos sitios donde el caudal era bajo, el sustrato arenoso o poco rocoso y la profundidad baja, facilitando este arte de pesca. También, se utilizó un chile de 1.5 metros de altura y 1.5 cm de ojo de malla con nudo, utilizado principalmente en remansos y zonas de corrientes no muy fuertes.



Foto 2.37 Pesca eléctrica, para la captura de ejemplares.

Fotografía. Los ejemplares colectados fueron fotografiados en vivo empleando para ello dos acuarios ambientados en campo. Se utilizó una cámara Minolta Maxum 5, macro Vivitar 100 mm, flash Sunpack 5000 AF, lente Macro 100 mm y trípode, con película de diapositivas Kodak Élitechrome de 100 ASA. Algunos ejemplares fueron fotografiados en el Laboratorio de Investigaciones en Zoología (Universidad del Tolima) con una cámara digital Canon *Rebel* de 6.0 Megapíxeles.



De Laboratorio

Determinación. Para la determinación de los ejemplares se emplearon las claves taxonómicas propuestas por Eigenmann (1922), Dalh (1971), Gery (1977), Miles (1943), Provenzano (2000), Román- Valencia & Cala (1997), Román- Valencia (2000, 2004), Silfvergrip (1996), y por revisión bibliográfica de Buitrago (1995) y Harold & Vari (1994) además de las técnicas de transparentación de acuerdo con el protocolo de Taylor (1967). Se compararon algunos organismos con la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima y la revisión de los ejemplares del orden Gymnotiformes fue realizada por el experto Javier Alejandro Maldonado del Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt.

Además se realizó la identificación de algunas estructuras externas, así como la morfometría y merística de los peces (Apéndice 2.11).

Fijación del material biológico. Los organismos fueron manipulados con cuidado para evitar el rompimiento de las aletas y espinas; y la pérdida de escamas, ya que en algunas especies estos son caracteres taxonómicos importantes para la determinación.

Una vez capturados fueron fijados utilizando formol 10% borato y en aquellos peces con tallas superiores a los 10 cm se inyectó directamente en la cavidad abdominal y en la musculatura de los costados una solución de formol puro (37%). Posteriormente fueron transportados en bolsas de sello hermético en neveras de poliestireno al Laboratorio de Investigaciones en Zoología (LABINZO).

Todos los ejemplares capturados permanecieron en solución de formol al 10% borato durante un tiempo mínimo de 10 días y se encuentran conservados en alcohol al 70% como parte en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección de ictiología (CZUT-IC).

De análisis

Se determinó la abundancia relativa, a partir del número de individuos encontrados de cada especie y su relación con el número total de individuos por cada muestra. Ésta se utiliza con el fin de establecer la proporción en la que se encuentra cada especie con respecto a la comunidad.

Índices ecológicos. Se calculó el índice de riqueza de Margalef (Margalef, 1983) el cual mide el número de especies o taxones por unidad de muestreo, según la fórmula:

$$D = \frac{S - 1}{\ln n}$$



donde,
D: riqueza de especies
S: número de especies
Ln: logaritmo natural
n: número de individuos.

Se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el cual fue utilizado para conocer la relación entre el número de especies y su abundancia relativa, lo que permite describir la estructura de la comunidad:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

donde,
 P_i : (n_i/n)
 n_i : número de individuos por especie
 n : número total de individuos (Hutchinson, 1981). Adicionalmente, Se realizaron pruebas t-student entre los valores diversidad para establecer diferencias significativas entre estas (Magurran, 1988)

El coeficiente de similaridad de Jaccard (A) fue utilizado para ilustrar los componentes similares entre los sitios de muestreo y entre las subcuencas que componen la cuenca del río Coello, la formula utilizada fue:

$$A = a / a + b + c$$

donde,
 a = al número de especies comunes mostradas por los sitios a y b
 b = al número de especies que solo están en el sitio b
 c = al número de especies que solo están en el sitio c .

De igual forma fue utilizado un análisis gráfico de agrupamiento para determinar el porcentaje de similaridad entre todas las estaciones (Ludwin y Reynolds, 1988). Todos estos análisis se realizaron para cada una de las estaciones y para cada una de las subcuencas. Para estos análisis se utilizó el paquete estadístico PAST®.

2.10.1.3.2 Resultados

▪ Composición taxonómica general

Se capturó un total de 2435 individuos pertenecientes a 6 órdenes, 20 familias, 44 géneros y 65 especies, de éstas últimas, cinco se hallan reportadas en el libro rojo de los peces: *Hypostomus hondae* Vulnerable (Vu), *Microgenys minuta* casi amenazada (NT), *Parodon caliensis* casi amenazada (NT), *Prochilodus magdalenae* casi amenazada (NT) y *Saccodon cf dariensis* casi amenazada (NT).



Los ordenes más abundantes fueron: Siluriformes con un 56.30% y Characiformes 38.73%(Figura 2.49). En menor proporción Perciformes, Cyprinodontiformes, y los menos abundantes con menos del 1% Gymnotiformes y Symbranchiformes.

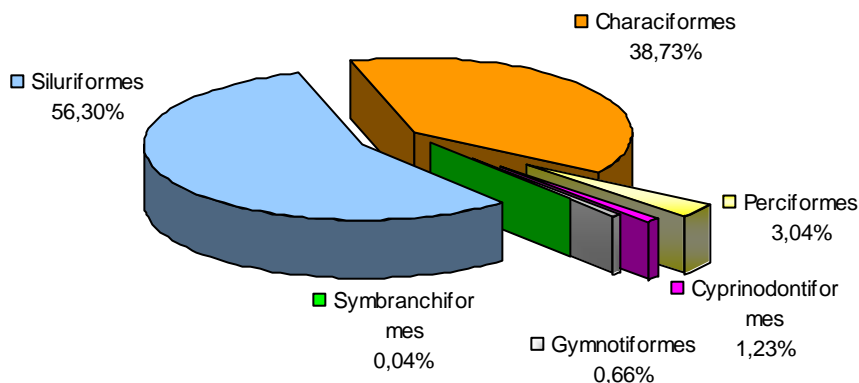


Figura 2.49 Ordenes de la ictiofauna presentes en la cuenca del río Prado.

En cuanto a las familias encontradas, la Characidae fue la más abundante con un 36.51%, seguida por las familias Astroblepidae (23.20%), Loricariidae (18.28%) y Trichomycteridae (8.17%) (Figura 2.50). Las demás familias fueron encontradas en una proporción menor al 6%. Curimatidae, Prochilodontidae, Gasteropelecidae, Auchenipteridae y Sinbranchidae se encuentran representadas por una sola especie.

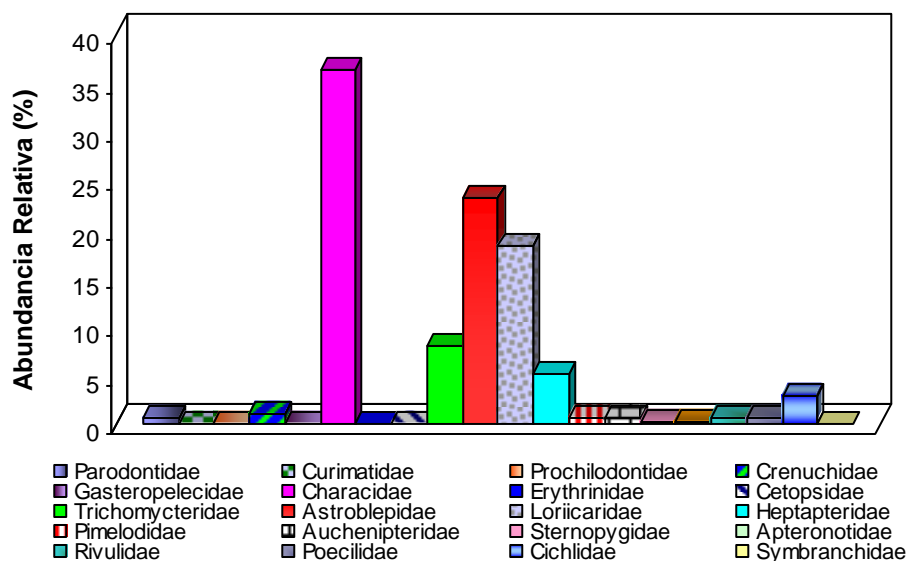


Figura 2.50 Familias ícticas presentes en la cuenca del río Prado



▪ Distribución geográfica y altitudinal

Se realizan cinco nuevos reportes de distribución geográfica: *Cordylascistrus* sp., *Characidium phoxocephalum*, *Parodon caliensis*, *Creagrutus brevipinnis* y *Saccodon cf dariensis*. Para el embalse de Prado se reportan especies de interés comercial como *Ageneiosus caucanus* (Doncella) y *Pterigoplichthys undecimalis* (Cucha).

Se destaca la presencia de *Gasteropelecus maculatus*, *Apteronotus rostratus* y *Caquetaia kraussii* en la quebrada Corinto (Prado), *Synbranchus marmoratus* en la quebrada El Contenido (Prado), *Characidium phoxocephalum*, *Parodon caliensis*, y *Saccodon cf dariensis* en el río Cunde Blanco (Cunday), *Astroblepus unifasciatus* en el río Cunde Feo (Cunday), *Hypostomus cochliodon* en el cauce principal del río Cunday, y el género *Cordylascistrus* en la quebrada Aguas Blancas afluente del río Cunde Blanco (Cunday).

En el río Cunde Feo (Estación 19) y en la quebrada Cucuana no se capturaron ejemplares. Mientras que en la parte alta del río Negro sólo se reporta un ejemplar de *Astroblepus* sp. (Estación 1).

La familia que presentó la distribución altitudinal más amplia fue la Astroblepidae, seguida de la Trichomycteridae, Characidae y Loricaridae. Las demás familias fueron encontradas en una franja altitudinal de los 500 a 1000 m.s.n.m. (Figura 2.51). La mayoría de estas presentaron una distribución restringida a zonas bajas.

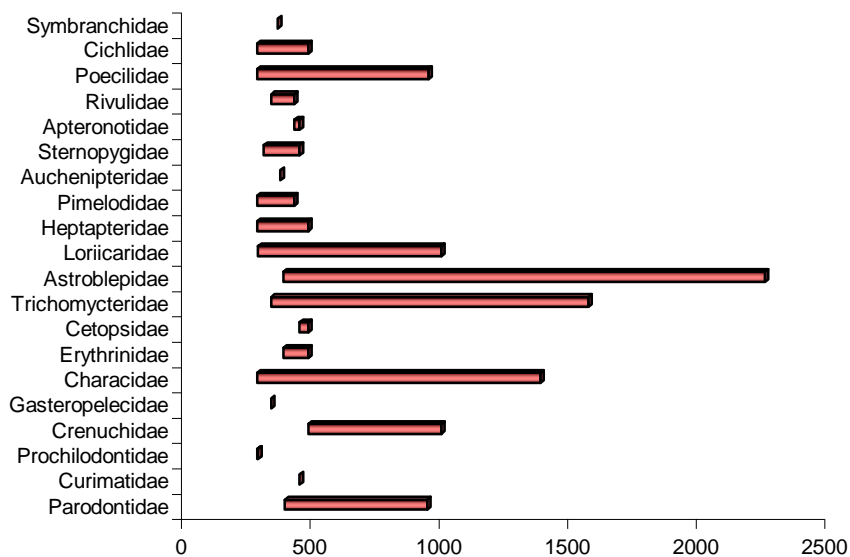


Figura 2.51
Distribución altitudinal de las familias de ictiofauna encontradas en la cuenca de Prado (Tolima).



▪ Diversidad

La mayor diversidad fue hallada en el río Cunday (53 especies), donde se encuentran especies pertenecientes a la mayoría de las familias reportadas para este estudio, seguida de Prado y el río Negro (Figura 2.52).

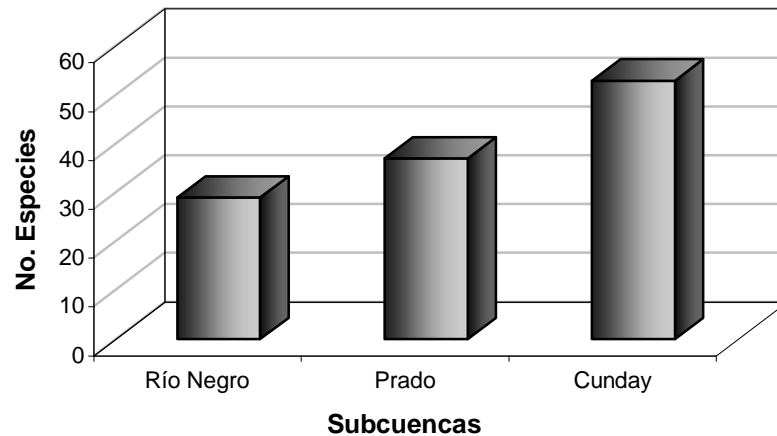


Figura 2.52 Número de especies por subcuencas

La diversidad total y por muestreo se calculó para las tres subcuencas principales río Negro, Prado y Cunday (Figura 2.53). Esta última, a su vez se subdividió en sus principales afluentes.

El valor más alto de diversidad se obtuvo para las subcuencas Cunday (3.147) y Prado (3.089), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($t = 0.031988$, $g = 162.8748$, $\alpha = 0.05$). La diversidad más baja se presentó en la subcuenca del río Negro (2.940) la cual no presentó diferencias significativas con relación a las otras subcuencas ($t = 0.684527$, $g = 952.3736$, $\alpha = 0.05$).

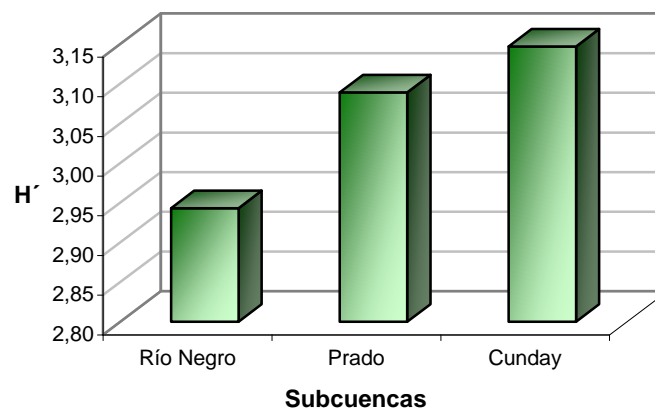


Figura 2.53 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener por subcuenca para la fauna íctica de la cuenca de Prado (Tolima).



De manera similar, durante el período de sequía, la mayor diversidad la obtuvo para la subcuenca Cunday (3.032), seguida de las subcuencas de Prado (2.841) y río Negro (2.77) (Figura 2.54). En el período de lluvias se mantuvo esta tendencia, con algunas variaciones, se presentó un descenso en los valores de diversidad de las subcuencas de río Negro (2.648) y Cunday (2.941) con relación al período anterior, mientras que el valor de diversidad de la subcuenca Prado presentó un leve aumento (2.960).

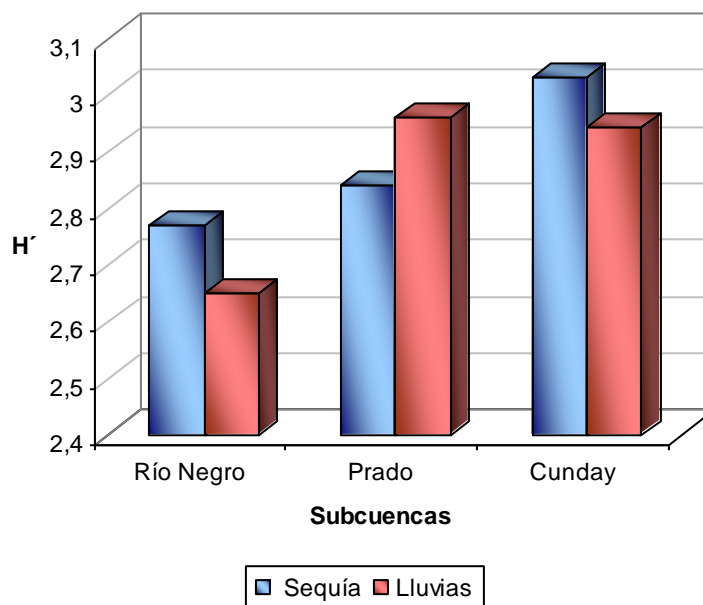


Figura 2.54 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener por subcuenca en distintos períodos climáticos para la fauna íctica de la cuenca de Prado (Tolima)

La diversidad para los diferentes afluentes de la subcuenca Cunday, presentó los valores más altos para el cauce principal del río Cunday (3.004), seguido de los ríos Vichía (2.291) y Cuinde Blanco (2.502) (Figura 2.55). Los valores más bajos fueron para los tributarios de los ríos Cuinde Negro (1.136) y Cuinde Feo (1.21).

Durante el período de sequía el valor más alto de diversidad lo obtuvo el cauce principal del río Cunday (2.717), seguido de los ríos Cuinde Blanco (2.335) y Vichía (2.047) (Figura 2.56). Los valores más bajos fueron para las subcuencas de los ríos Cuinde Negro (1.240) y Cuinde Feo (0.948).

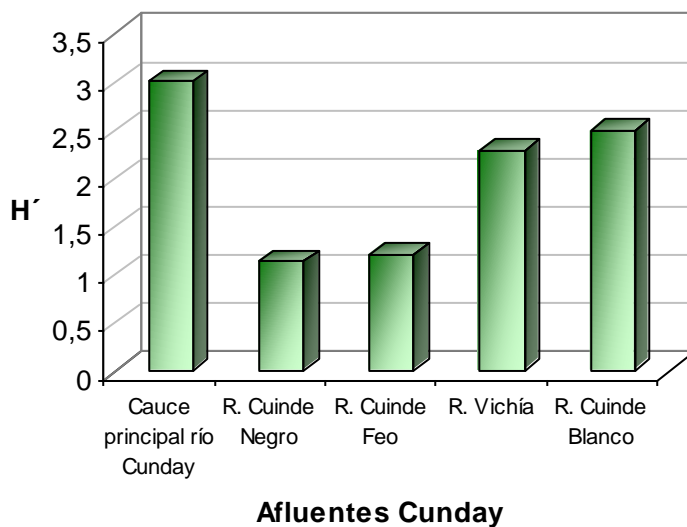


Figura 2.55 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener para la fauna íctica de los afluentes de la subcuenca Cunday en la cuenca de Prado (Tolima).

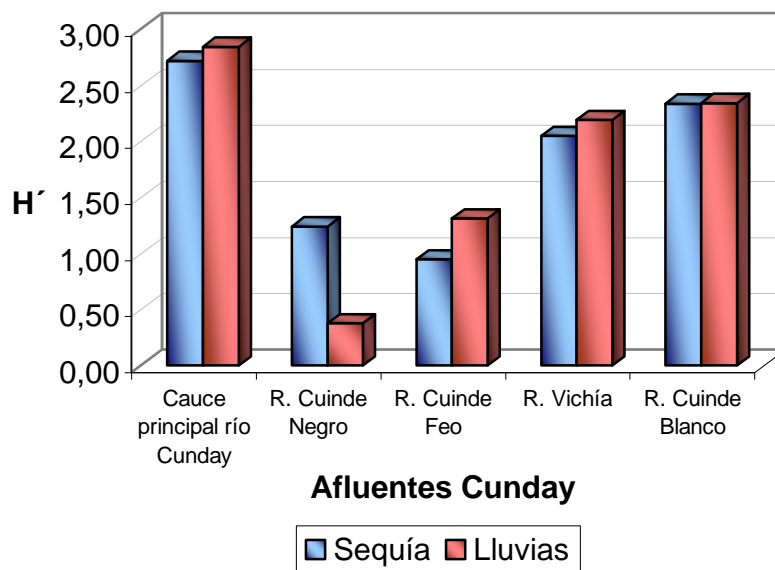


Figura 2.56 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener para la fauna íctica de los afluentes de la subcuenca Cunday en distintos períodos climáticos en la cuenca de Prado (Tolima).



Para la época de lluvias, los valores de diversidad presentaron un comportamiento similar al período anterior. Con un aumento en el valor obtenido para el cauce principal del Cunday (2.843), el río Vichía (2.189), y un descenso para el río Cunde Negro (0.37). Mientras que el valor de diversidad obtenido para el río Cunde Blanco (2.341) en este período no cambió.

▪ Riqueza.

El valor más alto de riqueza de especies lo obtuvo la subcuenca Cunday (7.029), (Figura 2.57) seguido de la subcuenca del río Prado (5.965) y por último río Negro (4.703).

Durante el período de sequía, para todas las subcuencas los valores de riqueza fueron superiores a 4.0. El valor más alto de riqueza para este período lo obtuvo la subcuenca Cunday (5.465) seguido de las subcuencas Prado (4.857) y río Negro (4.278), estas dos últimas con valores cercanos entre sí (Figura 2.58).

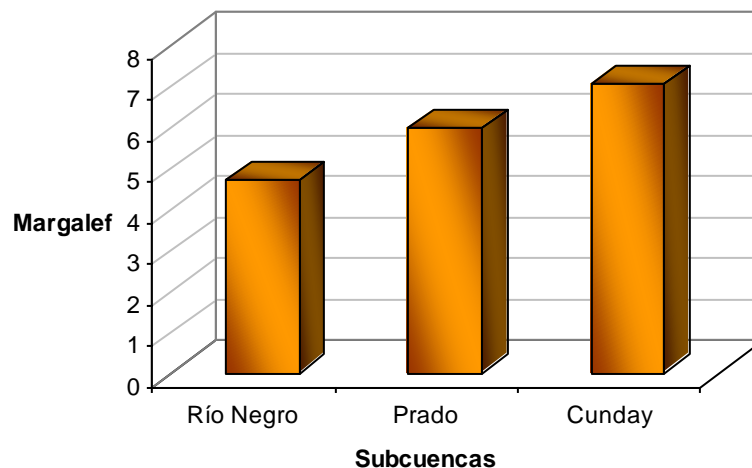


Figura 2.57 Valores del índice de riqueza de Margalef por subcuenca para la fauna íctica de la cuenca de Prado (Tolima).

Durante el período de lluvias, se mantuvo la misma tendencia del período anterior con un incremento en la riqueza de las subcuencas, Cunday (6.435), Prado (4.975) y río Negro (4.239).

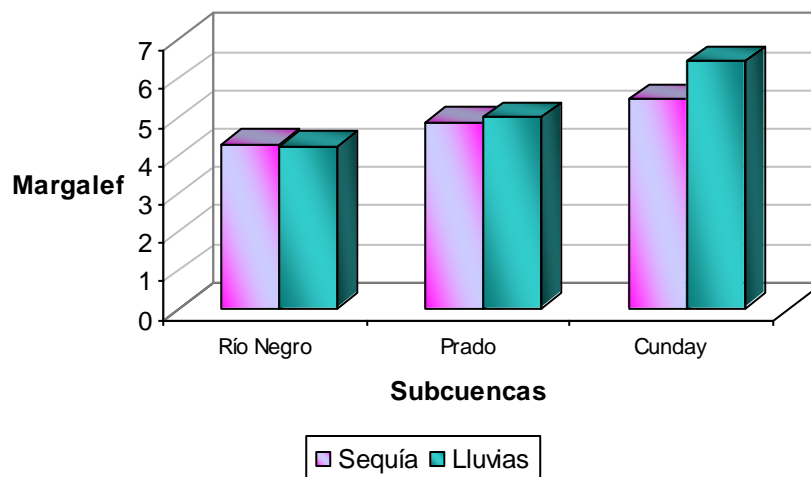


Figura 2.58 Valores del índice de riqueza de Margalef por subcuenca en distintos periodos climáticos, para la fauna íctica de la cuenca de Prado (Tolima).

▪ Similaridad.

El análisis de similaridad permite observar dos grupos definidos (D y C), los cuales están conformados por las estaciones que presentaron en su mayoría especies del orden Siluriformes (C) y Characiformes (D) con una similaridad del 0.2% (Figura 2.59). Estos dos grupos se subdividen a su vez de acuerdo a la presencia de especies correspondientes a las diferentes familias que conforman estos órdenes. Es de resaltar que las estaciones 19 y 10 pertenecientes al río Cuinde Feo, conforman un grupo aparte (E). Las demás estaciones se unen a los dos grupos principales con diferentes valores de similaridad.

La similaridad entre las diferentes subcuencas, agrupa a la subcuenca Prado y río negro con un valor de 0.4% (Figura 2.59). Mientras que la subcuenca Cunday se une a estos con un 3.5% de similaridad.

Los diferentes afluentes del Cunday conforman dos grupos el primero, conformado por el río Cuinde Negro y el río Cuinde Feo con una similaridad del 0.5%. El segundo, por el río Vichía y el río Cuinde Blanco con un 0.6% de similaridad (Figura 2.60).

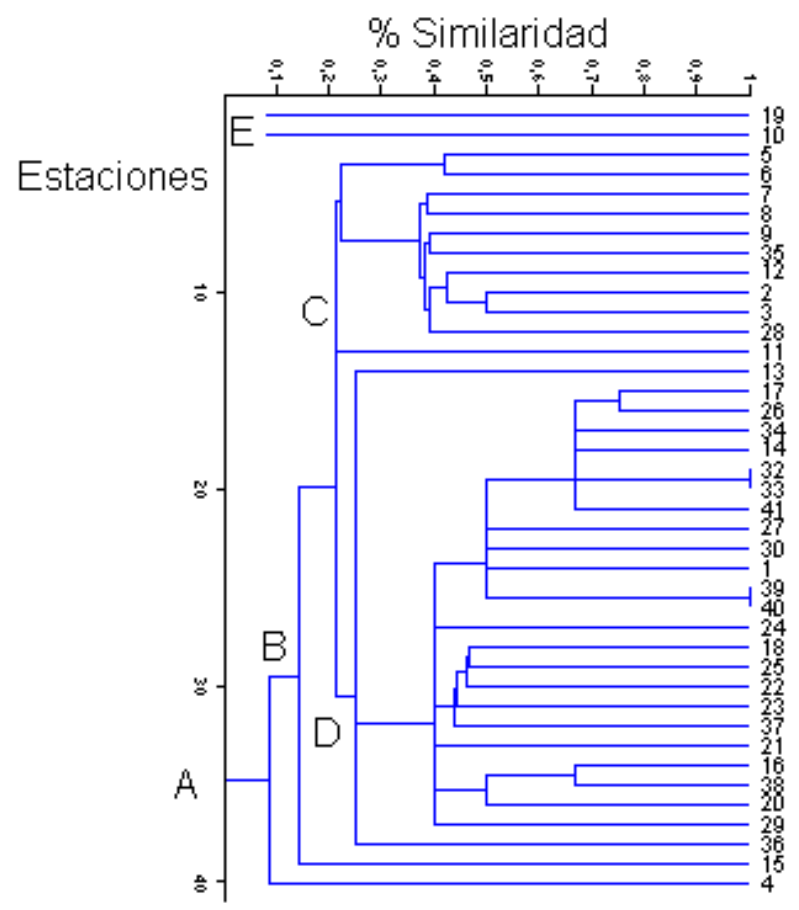


Figura 2.59 Análisis de similaridad de Jaccard por presencia de especies entre las estaciones de la cuenca de Prado (Tolima).

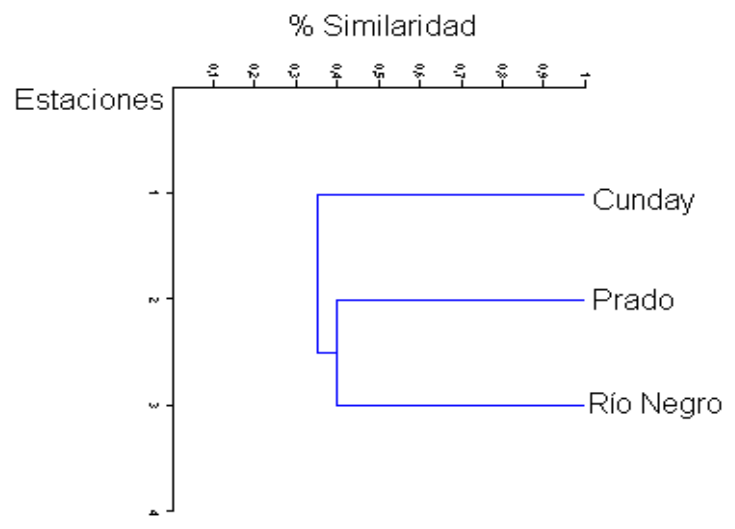


Figura 2.60 Análisis de similaridad de Jaccard por presencia de especies entre las subcuencas de la cuenca de Prado (Tolima).

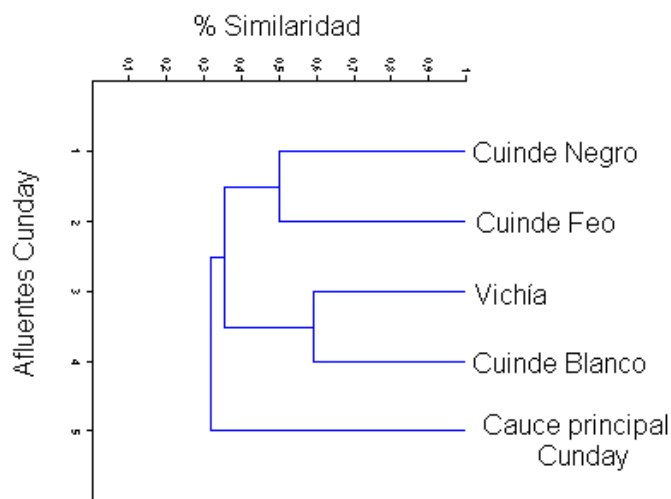


Figura 2.61 Análisis de similaridad de Jaccard por presencia de especies entre los afluentes de la subcuenca Cunday de la cuenca de Prado (Tolima).

2.10.1.3.3 Interpretación de Resultados

Se encontró un total de 65 especies en los dos periodos climáticos muestreados, comparados con los resultados obtenidos para la cuenca del río Coello en el departamento del Tolima donde se reportaron 62 especies (Villa- Navarro, *et al.* 2003).

Los resultados muestran un predominio de los órdenes Siluriformes y Characiformes, lo cual es de esperar en la mayoría de inventarios sobre fauna íctica (Galvis *et al.*, 1997; Mojica 1999). Es de resaltar la presencia de *Hypostomus hondae* Vulnerable (Vu), *Microgenys minuta* casi amenazada (NT), *Parodon caliensis* casi amenazada (NT), *Prochilodus magdalenae* en peligro crítico (NT) y *Saccodon cf dariensis* casi amenazada (NT), especies reportadas en el libro rojo (Mojica *et al.*, 2002). Estos resultados son la base para futuros proyectos de conservación.

La familia Characidae fue la más abundante, seguida por la Astroblepidae, Loriicaridae y Trichomycteridae. Tanto los primeros como los Loricaridos son comunes en zonas bajas. Estaciones por encima de los 1500 m.s.n.m. ofrecen hábitat apropiados para Astroblepídeos y algunos Tricomictéridos, peces de alta montaña. La distribución altitudinal de las familias registradas, concuerda con la distribución presentada en la ictiofauna del río Coello (Villa- Navarro, *et al.* 2003) y otras cuencas como las de los ríos Magdalena y Upía (Alvarez-León y Ortiz-Muñoz, 2004).

Los resultados obtenidos permiten señalar cinco nuevos reportes para el departamento del Tolima y para el alto Magdalena. De los cuales 4 excepto C.



brevipinnis, se registran para una zona de muestreo en el río Cuinde blanco y la quebrada Aguas Blancas afluente de este río. La especie *Cordylancistrus* sp., es el primer registro de este género para el sistema del Magdalena, ya que las especies de este género para Colombia se reportan para la cuenca del río Dagua (*Cordylancistrus dague*) y para la cuenca del alto Caqueta, en el drenaje del río Japura (*Cordylancistrus platycephalus*) (Fisch - Muller, 2003). La presencia de *Parodon caliensis* y *Characidium phoxocephalum*, hasta ahora endémicas del Alto Cauca (Eingenmann, 1918; Miles, 1947; Dahl, 1971; Mojica, 2002), amplía la distribución geográfica de estas especies, sin embargo *P. caliensis* ha sido reportada para el río Anchique en el municipio de Natagaima (Villa *et al.*, 2004). Todas estas especies al igual que *S. cf dariensis*, están presentes en ríos de flujo alto y fondos rocosos, hábitat predominantes en el río Cuinde Blanco a 950 m.s.n.m.

Al parecer la fauna íctica encontrada en una franja altitudinal alta, se acerca a la presentada en el Alto Cauca, algunas de las especies que se comparten son principalmente las pertenecientes a la familia Characidae, *Hemibrycon dentatus*, *Microgenys minutus*, y a la familia Loricariidae, *Chaetostoma fisheri*, *Chaetostoma leucomelas*, y *Lasciencistrus caucanus*. En tanto, que la fauna de las partes bajas es similar a la encontrada en de todo el sistema Magdalena, lo que corresponde a la ubicación geográfica de la Cuenca.

La diversidad del río Cunday esta representada principalmente por las especies de la familia Loricariidae en la parte baja, Astroblepidae y Trichomycteridae en la parte alta. Al parecer este río ofrece un hábitat adecuado para su establecimiento (presencia de fondos rocosos, guijarros que les sirven de refugio, además de ambientes con disponibilidad de recurso alimenticio) (Lasso, 1992); la heterogeneidad de hábitat presentes en sus tributarios, sin desestimar el área de muestreo.

La distribución y diversidad, de acuerdo a los resultados es inversamente proporcional con la altitud, siendo éstas mayores en las partes de menor altitud, mayor espacio y con temperaturas más altas. Tal como lo reportan Alvarez-León y Ortiz- Muñoz (2004) las modificaciones de las aguas de la cuenca alta hacia la parte baja, con aumentos de la temperatura e incremento de los caudales, afectan directamente a las comunidades biológicas.

Con relación a los valores de diversidad durante los diferentes períodos climáticos, los resultados para las subcuencas de Prado y Cunday, no se vieron afectados. Mientras que en el caso de la subcuenca del río Negro, la disminución de la diversidad puede atribuirse al contenido de ácidos húmicos provenientes de zonas boscosas donde se origina el río, y que son llamadas “aguas negras”, con valores bajos de pH y conductividades cercanas a las del agua destilada. Durante el periodo de lluvias es probable que aumente la dilución, ocasionando una mayor disminución de la productividad de sus aguas, además de un descenso aún



mayor en la conductividad eléctrica, lo que posiblemente afectaría tanto a las comunidades biológicas que allí habitan como la metodología de muestreo utilizada (Galvis *et al.*, 1997).

2.10.1.3.4 Muestreos Anexos

Parte alta de la cuenca del río Prado

En el periodo comprendido del 16 al 18 de Junio se realizó un muestreo adicional en la parte de alta de la cuenca del río Prado, que corresponde a algunos afluentes del río Cuinde Blanco. La tabla 2.129 relaciona las estaciones y las veredas muestreadas.

Tabla 2.129 Localización geográfica de las estaciones de muestreo de los peces evaluados en los municipios de Villarrica y Cunday.

No	ESTACIONES	VEREDA	MUNICIPIO	ALTURA	COORDENADAS
E1	E2 R. Cuindenegro	ALTO TORRES	VILLARRICA	1240	3°84'51.4" N 74°88'89.8" W
E2	E3 R. Cuindeblanco	ARCADIA	VILLARRICA	945	3°94'24.3" N 74°61'17.5" W
E3	E4 Q. Arcadia	ARCADIA	VILLARRICA	1150	3°94'24.3" N 74°61'17.5" W
E4	E5 R. Cuindenegro-S P	SAN PABLO	CUNDAY	640	3°56' N 74°40' W
E5	E6 R. Cuindeblanco 2 Km antes de la E5.	SAN PABLO	CUNDAY	640	3°56' N 74°40' W
E6	E7 Q. Ruidosa	Casco Urbano	VILLARRICA	1071	3°57'30.1" N 74°36'50" W
E7	E8 Q. Guanaca	Guanacas	VILLARRICA	1460	3°54'58" N 74°34'35.3" W

Se colectó un total de 686 individuos pertenecientes a 3 órdenes, 8 familias, 11 géneros y 15 especies, de las cuales *Saccodon cf dariensis* (casi amenazada (NT)) está reportada en el libro rojo de los peces (Tabla 2.130). Esta especie se reporta hasta el momento únicamente en el río Cuinde Blanco, vereda la Arcadia, asociado a corrientes rápidas.

El orden más abundante fue el Siluriforme con un 53%, asociado a que en la parte alta de la cuenca la proporción de este grupo está determinada por especies típicas de alta montaña tales como los géneros *Astroblepus* y *Trichomycterus*, abundantes en estos sitios (Figura 2.62). En cuanto a las familias encontradas, las familias Astroblepidae y Trichomycteridae fueron las más abundantes con un 26%



cada una. Las demás familias fueron encontradas en una proporción del 8% (Parodontidae, Crenuchidae, Characidae, Loricaridae, Heptapteridae, Poeciliidae) (Figura 2.63).

Tabla 2.130 Especies colectadas en la parte alta de la cuenca del río Prado.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ESTACIÓN							TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7	
CHARACIFORMES	PARODONTIDAE	Parodon suborbitale					2			2
	CRENUCHIDAE	Characidium fasciatus			11	1	3			15
	CHARACIDAE	Creagrutus magdalenae				1	36			37
			Saccodon dariensis			6				6
			Hemibrycon dentatus		113	13	1	21		148
			Bryoamericus tolimae	20	4	20		5		49
	SILURIFORMES	TRICHOMYCTERIDAE	Trichomycterus banneai					37		
		Trichomycterus stellatus	2					2		4
		Trichomycterus striatus		32	6	8	37	35	4	122
ASTROBLEPIDAE		Astroblepus homodon		24	21	12		36	6	99
		Astroblepus longifiliis		4				20	3	27
		Astroblepus sp	1	9	15	1	17			43
		LORICARIIDAE	Chaetostoma fischeri			3	1	68		72
	HEPTAPTERIDAE	Cetopsorhamdia nasus					3		3	
CIPRINODONTIFORMES	POECILIDAE	Poecilia caucana						22		22
	TOTAL		23	186	95	25	229	115	13	686

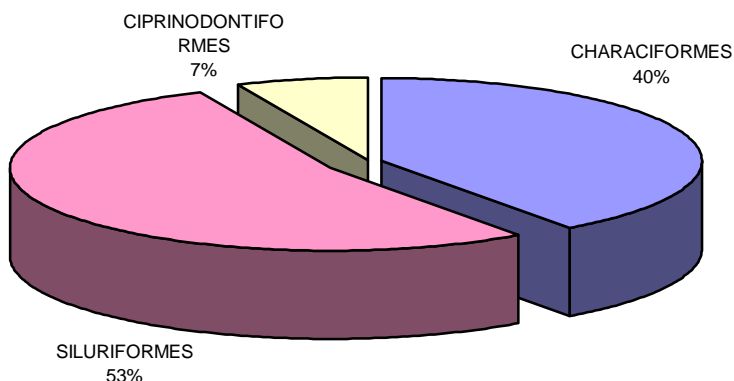


Figura 2.62 Ordenes de peces presentes en la parte alta de la cuenca del río Prado

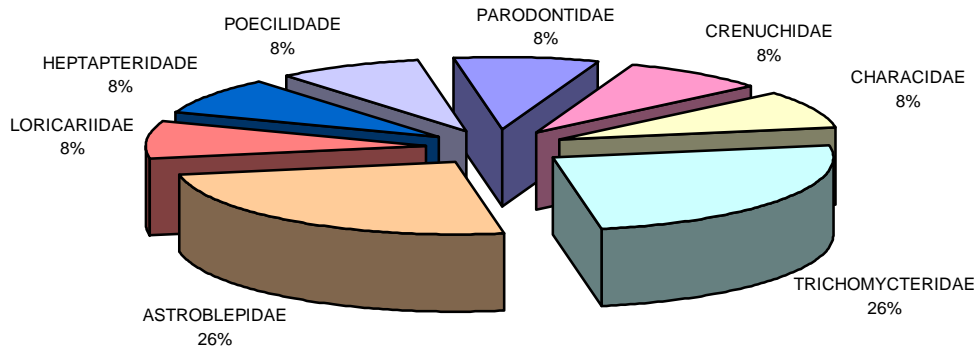


Figura 2.63 Familias de peces presentes en la parte alta de la cuenca del río Prado.

La mayor número de especies fue hallada para la estación 5 (11 especies), donde se encuentran todas las especies (excepto *S. dareinsis*) y todas las familias reportadas para este muestreo (Figura 2.64).

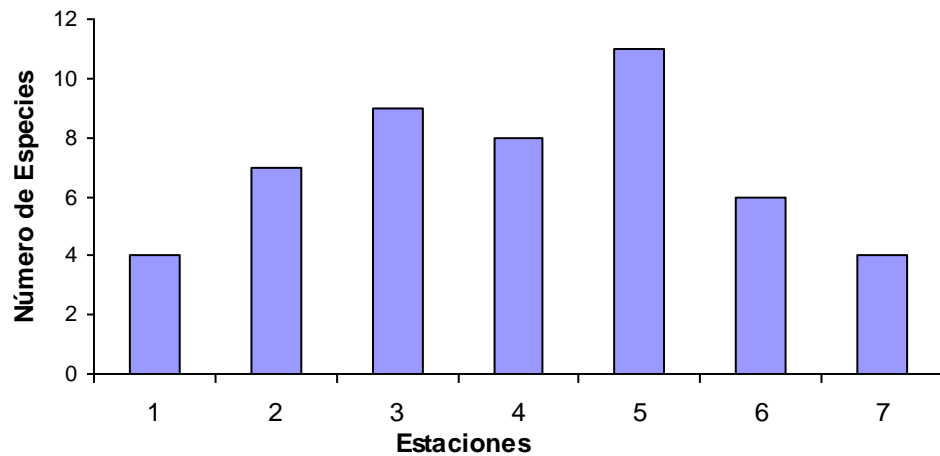


Figura 2.64 Número de especies estación en la parte alta de la cuenca del río Prado.

El valor más alto del índice de diversidad de Shannon- Wiener se obtuvo para la estación 3 (2.011) seguido por la estación 5 (1.954), estaciones que corresponden a dos zonas de muestreo en el río Cuinde Blanco (Figura 2.65). El mayor índice de diversidad está asociado al área del cuerpo de agua y a la heterogeneidad de hábitat que subyacen en la zona.

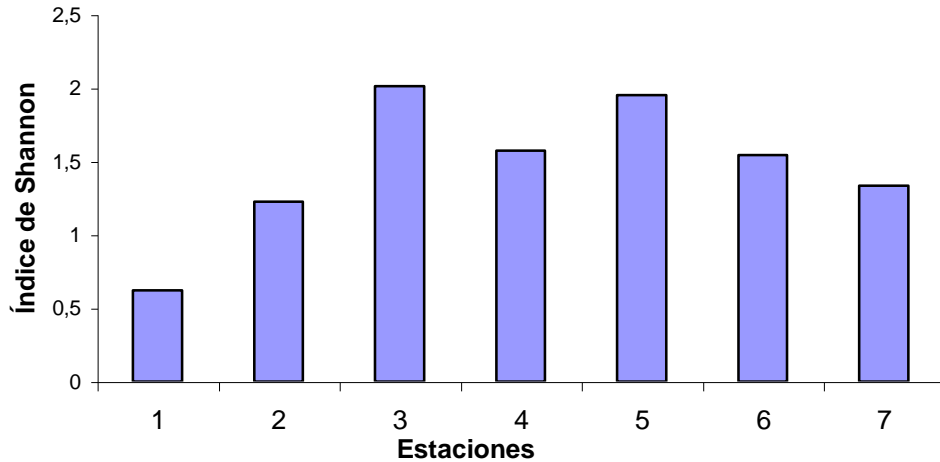


Figura 2.65 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener para la fauna íctica en la parte alta de la cuenca del río Prado.

▪ **Dolores**

Durante el periodo del 4 al 6 de agosto se establecieron 8 estaciones de muestreo en el Municipio de Dolores (Tabla 2.131). Correspondientes a las veredas San José, San Pablo y San Andrés.

Tabla 2.131 Estaciones de muestreo en el Municipio de Dolores.

	ESTACIONES	VEREDA	MUNICIPIO	ALTURA	COORDENADAS
1	Q. Montanita	SAN JOSÉ	DOLORES	1580	3°31'38.4" N 74°49'48" W
2	Q. La Montaña	SAN JOSÉ	DOLORES	1710	3°31'30.5" N 74°49'44.4" W
3	Q. El Pescado	SAN PABLO	DOLORES	1187	3°35'57.5" N 74°51'16.4" W
4	Q. Fría Parte baja	SAN PABLO	DOLORES	1190	3°36'24.7" N 74°50'23.4" W
5	Q. Fría parte alta	SAN ANDRÉS	DOLORES	1680	3°35' 14.1"N 74°49'23" W
6	Q. La Lejía	SOLEDAD	DOLORES	1184	3°41' 5.6" N 74°45' 30.9" W
7	Q. El Boquerón	SOLEDAD	DOLORES	1102	3°39' 45.1" N 74°46' 1.08" W
8	Q. La Laja	RÍO NEGRO	DOLORES	989	3°38' 50" N 74°48' 56.4" W

▪ **Caracterización de las estaciones de muestreo.**

Estación 1 (Quebrada Montañita). Quebrada pequeña, de 2 m de ancho. Presenta abundante vegetación riparia, macrófitas y ribereña, con algunos restos de material alóctono, presenta flujo de corriente bajo, con algunas zonas moderadas. Las márgenes generalmente son moderadas y suaves. La profundidad promedio es de 0.20 cm. los fondos que predominan son de lodo guijarros y rocas.



Estación 2 (Quebrada la Montaña). Está quebrada abastece el acueducto de la vereda San José. Se caracteriza por presentar abundante vegetación ribereña. El ancho es de 1 m, con flujo de corriente bajo, con algunas zonas moderadas. La profundidad promedio es de 0.20 m. los fondos que predominan son de lodo guijarros y rocas.

Estación 3 (Quebrada El Pescado). Está quebrada presenta abundante material alóctono, con algo de vegetación ribereña. La profundidad promedio es de 0.50 m. La corriente es moderada, con márgenes abruptas y moderadas. Los fondos de arena y guijarro.

Estación 4 (Quebrada Fría Vereda San Pablo). Esta quebrada se caracteriza por tener abundante vegetación ribereña, así como riparia y presencia de macrófitas. Las márgenes son abruptas y excavadas. Con una profundidad promedio de 0.6 m. El fondo es principalmente de Guijarros y rocas, con algunas zonas de arena. El flujo es bajo y moderado.

Estación 5 (Quebrada Fría Vereda San Andrés). En ésta zona la quebrada es pequeña, con abundante vegetación ribereña y material alóctono. Presenta flujos de corrientes moderadas y bajas, con márgenes abruptas y suaves, de fondos de roca guijarros y arena. Con una profundidad promedio de 0.5 m.

Estación 6 (Quebrada Lejía). Esta quebrada presenta abundante vegetación ribereña y material alóctono. Corriente de tipo 1, con flujo moderado y márgenes moderadas, con un promedio de profundidad de 0.6 m. presenta fondos de arena, guijarro y roca.

Estación 7 (Quebrada Boquerón). Esta zona presenta vegetación ribereña y material alóctono. Presenta corrientes de flujo rápido, márgenes abruptas y moderadas, con fondos de arena guijarro y rocas.

Estación 8 (Quebrada La Laja). Esta quebrada presenta abundante vegetación ribereña, así como macrófitas, riparia y material alóctono. Corriente de tipo 2, con flujo lento, bajo y moderado. Márgenes suaves y abruptas, con una profundidad promedio de 0.90 m. presenta fondos de lodo - arena, guijarro y roca.

Composición taxonómica general.

Se capturó un total de 360 individuos pertenecientes a 4 órdenes, 8 familias, 9 géneros y 12 especies, de las cuales más de la mitad se colectaron en las estaciones de menor altura. Los ordenes más abundantes fueron: Siluriformes con un 65.27 % y en menor proporción Cyprinodontiformes con 18.88 %, y los Characiformes con 15.55 % (Figura 2.66). Tales resultados son un reflejo de



especies típicas de alta montaña como las del género *Astroblepus* (Miles, 1971; Dahl, 1971).

Tabla 2.132 Especies colectadas en el municipio de Dolores.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
CHARACIFORMES	CHARACIDAE	<i>Creagrutus magdalena</i>			34	3				4	41
		<i>Hemibrycon tolimae</i>			1	2				12	15
SILURIFORMES	TRICHOMYCTERIDAE	<i>Trichomycterus striatus</i>			3	7		10	2	2	24
		<i>Trichomycterus stellatus</i>			5						5
	ASTROBLEPIDAE	<i>Astroblepus homodon</i>		3	6		49	5			63
		<i>Astroblepus longifilis</i>	10	1	5	5	13	6	10	8	58
		<i>Astroblepus micrescens</i>								7	7
	LORICARIIDAE	<i>Chaetostoma Thomsoni</i>			63						63
		<i>Ancistrus sp</i>			9	5				1	15
CIPRINODONTIFORMES	POECILIDAE	<i>Poecilia caucana</i>			31					1	32
	RIVULIDAE	<i>Rivulus magdalene</i>			33	1				2	36
PERCIFORMES	CICHLIDAE	<i>Geophagus steindachneri</i>			1						1
			10	4	191	23	62	21	12	37	360

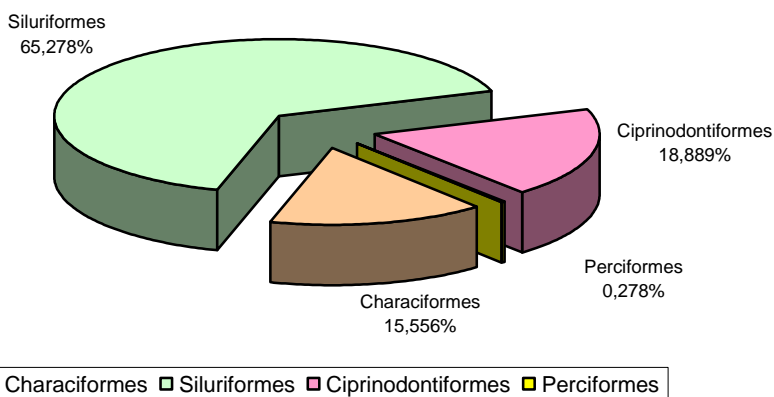


Figura 2.66 Ordenes de la ictiofauna presentes en el municipio de Dolores.

En cuanto a las familias encontradas, la *Astroblepidae* fue la más abundante, con el 35.55%, lo cual es de esperar en los andes Colombianos. Seguida por las familia *Loricariidae* (21.66%), reflejando la presencia de especies dominantes entre 800 y 1100 m, tales como el género *Chaetostoma* y *Ancistrus*. La familia *Ciclidae* presentó la menor abundancia (0.27%) (Figura 2.67).

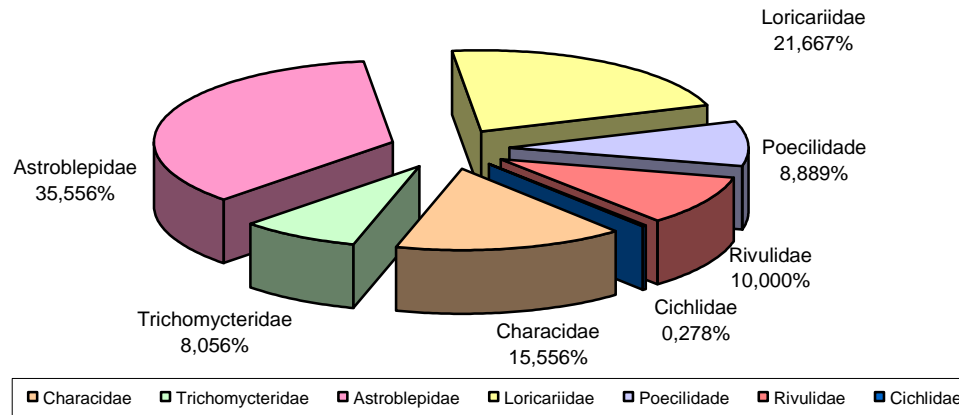


Figura 2.67 Familias ícticas presentes en el municipio de Dolores.

La familia que presentó la distribución espacial más amplia fue la Astroblepidae colectada en todas las estaciones de muestreo. Por otra parte la familia Cichlidae sólo se presentó en la quebrada El Pescado en la vereda San Pablo. *Astroblepus micrescens* es el representante de la familia más ampliamente distribuido, seguido de *Trichomycterus striatus*. Es de destacar la presencia de *Ancistrus sp* (Loricariidae) en tres estaciones de muestreo, ya que constituye un nuevo reporte para este género en el Departamento.

Se puede observar en la Figura 2.68, que la mayor diversidad fue hallada en la quebrada El Pescado (10 especies), seguido por la quebrada La Laja (8 especies) y la quebrada Fría vereda San Pablo (6 especies). La estación con el menor número de especies fue la quebrada Montañita con sólo una especie.

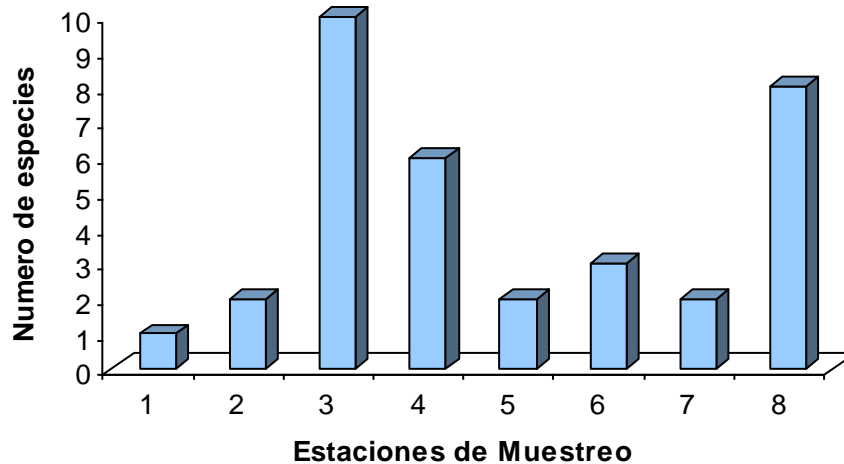


Figura 2.68 Número de especies por estación en el municipio de Dolores



El valor más alto de diversidad lo obtuvo en la quebrada El pescado (1.812), seguido por la quebrada La Laja (1.762). El valor del índice de diversidad más bajo se presentó en la quebrada Boquerón.

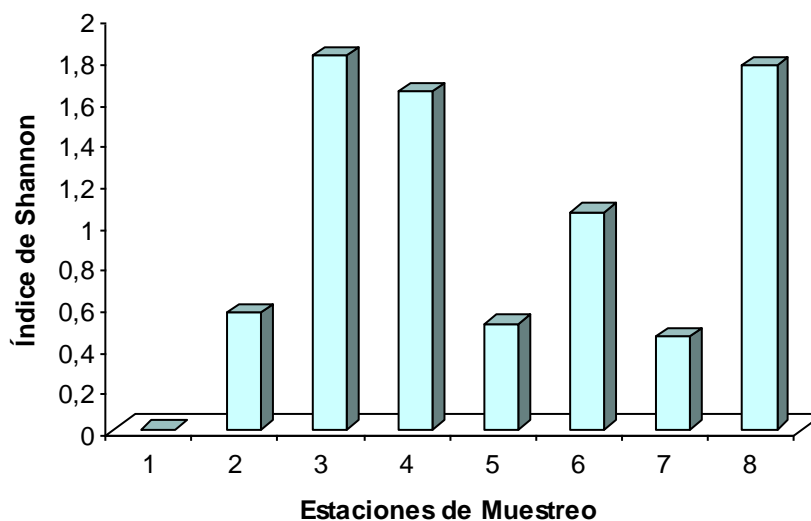


Figura 2.69 Valores del índice de diversidad de Shannon- Wiener por estación en el municipio de Dolores

El valor más alto de riqueza corresponde a la quebrada La Laja (1.939) seguido de la quebrada El Pescado (1.715) y la quebrada Fría (1.595). El valor mas bajo de riqueza se presenta en la Quebrada Fría en la vereda San Andrés. (Figura 2.69).

El mayor número de especies de la quebrada El Pescado y la Quebrada la Laja corroborado con los valores del índice de Shannon y de Margalef, puede estar influenciado por la altura, ya que en general la diversidad es mayor a medida que se desciende en el gradiente altitudinal. Por otra parte la heterogeneidad de hábitat y la calidad de sitio determina fuertemente el establecimiento de las poblaciones en una zona (Lasso, 1992).

El análisis de similaridad muestra dos grupos definidos, el primero conformado por las estaciones 3, 4 y 8 pertenecientes a las estaciones mas bajas. Un segundo grupo conformado por las estaciones restantes que corresponde a las estaciones de mayor altura. Existe un 100% de similaridad entre la estación 1 y 2, ya que presentan la misma composición, con dos especies. Ver Figuras 2.70 y 2.71.

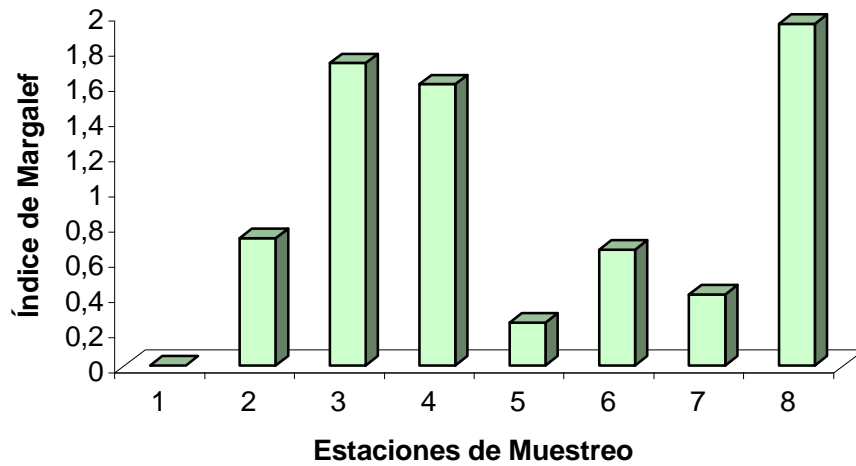


Figura 2.70 Valores del índice de riqueza de Margalef por estación en el municipio de Dolores

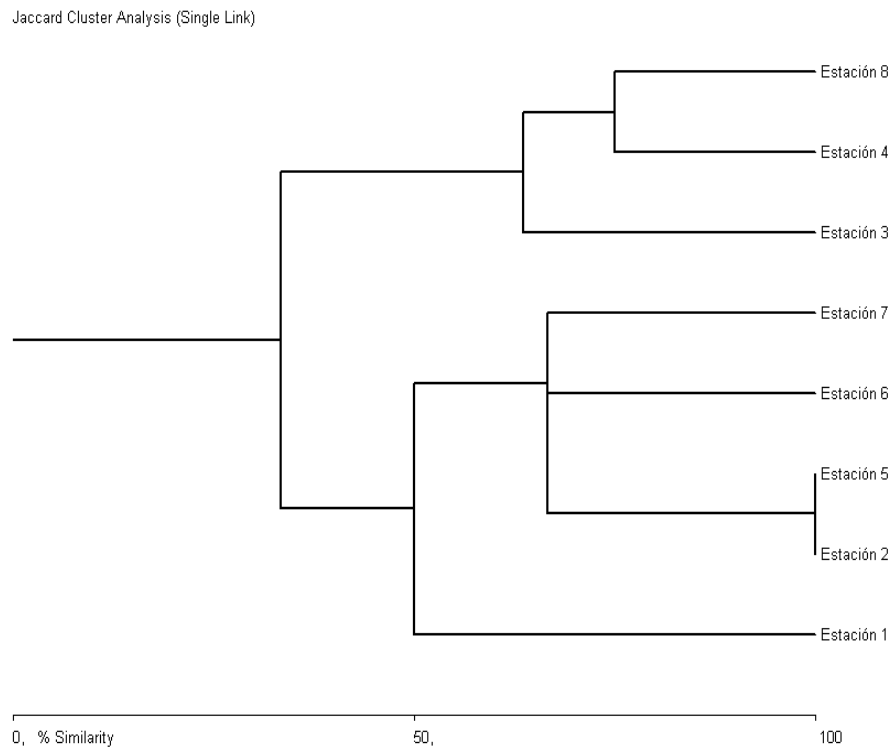


Figura 2.71 Análisis de similaridad de Jaccard por presencia de especies entre las estaciones en el municipio de Dolores