

**ANEXO A.** Tabla de presencia/Ausencia macroinvertebrados acuáticos de las lagunas Arnical, del Medio y Chingaza

LAGUNA					ARNICAL												MEDIO									CHINGAZA																														
MUESTREO					M1				M2				M3				M1			M2			M3			M1				M2				M3																						
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6										
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	Hyaleta Simplex	0	0	6	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	2	0	9	0	4	0	0	22	5	0	35	8	0	0	0	1	0	0	9	0										
				Hyaleta Chiloensis	6	0	0	3	27	6	5	5	0	0	43	25	0	31	22	36	48	21	28	11	0	17	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23	0	0	0										
	Insecta	Hemiptera	Corixidae	Hesperocorixa	0	10	0	0	2	1	0	0	1	0	7	4	0	0	0	0	0	0	2	9	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0						
				Sigara	3	0	5	2	0	0	0	3	0	0	0	10	11	3	12	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
			Notonectidae	Notonecta	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0						
				Notonecta Morfo 2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0								
			Ephemeroptera	Baetidae	Americabaetis	19	0	0	0	4	8	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			Coleoptera	Gyrinidae	Gyrinus Larvae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0					
		Diptera	Ceratopogonidae	C. Larvae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
			Chironomidae	Chironomus sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	1	1	3	4	3	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0						
		Odonata	Coenagrionidae	Teleoasis	1	0	15	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
			Lestidae	Lestes sp.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0		
			Aeshnidae	Aeshna	0	3	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	2	0	0	1	0	4	0				
Annelida	Hirudinea	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	Erpobdella	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Helobdella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
			Helobdella sp 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	Morfo 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0								
Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Sphaeriidae	Morfoespecie N.E	1	6	0	0	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11	0	5	0	4	0	0	0	3	0								
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	Dugesia	2	0	0	0	0	1	4	0	0	1	6	3	3	0	0	0	0	6	3	5	0	4	0	2	0	0	3	0	3	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	4	1	0	0	0				
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	Morfoespecie N.E	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0								

Fuente: Propia

**ANEXO B.** Tabla de frecuencias relativas para los géneros de la laguna el Arnical

<b>Xi</b>	<b>ni</b>	<b>N</b>	<b>f</b>	<b>Fi</b>
Hyalela Simplex	35	35	10.5105105	10.51051051
Hyalela Chiloensis	120	155	36.036036	46.54654655
Hesperocorixa	25	180	7.50750751	54.05405405
Sigara	13	193	3.9039039	57.95795796
Notonecta	9	202	2.7027027	60.66066066
Notonecta Morfo 2	4	206	1.2012012	61.86186186
Americabaetis	35	241	10.5105105	72.37237237
C. Larvae	3	244	0.9009009	73.27327327
Chironomus sp.	6	250	1.8018018	75.07507508
Teleoasis	22	272	6.60660661	81.68168168
Lestes sp.	5	277	1.5015015	83.18318318
Aeshna	7	284	2.1021021	85.28528529
Erpobdella	7	291	2.1021021	87.38738739
Morfo 1	2	293	0.6006006	87.98798799
Morfoespecie N.E	14	307	4.2042042	92.19219219
Dugesia	17	324	5.10510511	97.2972973
Morfoespecie N.E	9	333	2.7027027	100

Fuente: Propia

**ANEXO C.** Tabla de frecuencias relativas para los géneros de la laguna del Medio

<b>Xi</b>	<b>ni</b>	<b>N</b>	<b>f</b>	<b>Fi</b>
Hyalela Simplex	14	14	3.50877193	3.50877193
Hyalela Chiloensis	217	231	54.3859649	57.89473684
Hesperocorixa	23	254	5.76441103	63.65914787
Sigara	40	294	10.0250627	73.68421053
Notonecta	11	305	2.75689223	76.44110276
Notonecta Morfo 2	3	308	0.7518797	77.19298246
Gyrinus Larvae	9	317	2.2556391	79.44862155
Lestes sp.	5	322	1.25313283	80.70175439
Aeshna	6	328	1.5037594	82.20551378
Erpobdella	10	338	2.50626566	84.71177945
Helobdella	11	349	2.75689223	87.46867168
Helobdella sp 2	19	368	4.76190476	92.23057644
Morfo 1	8	376	2.00501253	94.23558897
Dugesia	23	399	5.76441103	100

Fuente: Propia

**ANEXO D.** Tabla de frecuencias relativas para los géneros de la laguna Chingaza

<b>Xi</b>	<b>ni</b>	<b>N</b>	<b>f</b>	<b>Fi</b>
Hyalela Simplex	93	93	33.8181818	33.8181818
Hyalela Chiloensis	25	118	9.09090909	42.9090909
Hesperocorixa	6	124	2.18181818	45.0909091
Sigara	2	126	0.72727273	45.8181818
Notonecta	9	135	3.27272727	49.0909091
Notonecta Morfo 2	4	139	1.45454545	50.5454545
Gyrinus Larvae	7	146	2.54545455	53.0909091
C. Larvae	1	147	0.36363636	53.4545455
Chironomus sp.	23	170	8.36363636	61.8181818
Teleoasis	3	173	1.09090909	62.9090909
Lestes sp.	7	180	2.54545455	65.4545455
Aeshna	14	194	5.09090909	70.5454545
Erpobdella	5	199	1.81818182	72.3636364
Morfo 1	6	205	2.18181818	74.5454545
Morfoespecie N.E	24	229	8.72727273	83.2727273
Dugesia	33	262	12	95.2727273
Morfoespecie N.E	13	275	4.72727273	100

Fuente: Propia

**ANEXO E.** Tabla de valores índices de biodiversidad para la laguna Arnical en cada época de muestreo

		ARNICAL											
		M1				M2				M3			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
DIVERSIDAD	<b>Shannon-Weaver</b>	1.447	1.213	1.161	0.673	1.372	1.557	1.036	1.684	0.9819	1.677	0.9232	1.429
RIQUEZA	<b>Margalef</b>	1.674	0.9854	0.9003	0.6213	1.85	2.003	0.8341	1.803	1.638	2.276	1.226	1.576
EQUIDAD	<b>Pielou</b>	0.7435	0.8751	0.8372	0.971	0.6597	0.8002	0.9432	0.9401	0.5046	0.9359	0.5153	0.7344

Fuente: Propia

**ANEXO F.** Tabla de valores índices de biodiversidad para la laguna del Medio en cada época de muestreo

		MEDIO											
		M1				M2				M3			
		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
DIVERSIDAD	<b>Shannon-Weaver</b>	0.5402	1.096	0.5158	0.8176	0.8141	0.9534	1.045	1.037	1.888	1.099	2.011	1.424
RIQUEZA	<b>Margalef</b>	0.3899	1.285	0.6139	1.017	0.9692	1.188	0.7669	1.443	2.184	1.228	2.455	1.61
EQUIDAD	<b>Pielou</b>	0.7793	0.6118	0.4695	0.508	0.5058	0.5924	0.7537	0.6446	0.8592	0.6827	0.9153	0.9596

Fuente: Propia

**ANEXO G.** Tabla de valores índices de biodiversidad para la laguna Chingaza en cada época de muestreo

		CHINGAZA																	
		M1						M2						M3					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
DIVERSIDAD	<b>Shannon-Weaver</b>	0.8532	0.9251	0.8676	0.5623	0.3488	0.536	1.54	1.277	0.868	1.01	1.36	0.673	1.529	1.205	1.022	1.231	1.589	0.5004
RIQUEZA	<b>Margalef</b>	0.7385	0.7797	1.116	0.7213	0.4551	0.6139	2.085	1.542	1.022	0.7385	0.8341	0.6213	1.846	1.17	1.443	1.17	1.553	0.6213
EQUIDAD	<b>Pielou</b>	0.7766	0.8421	0.7897	0.8113	0.5033	0.4879	0.8597	0.9212	0.5393	0.919	0.9432	0.971	0.8535	0.8691	0.5706	0.8879	0.8867	0.7219

Fuente: Propia

**ANEXO H.** Tabla de valores índice de similitud de Jaccard para las lagunas Arnical, del Medio y Chingaza en las diferentes épocas de muestreo

JACCARD		
RELACIONES	VALORES	PROMEDIOS
A(M3)-C(M3)	0.76470588	0.76470588
A(M2)-C(M3)	0.76470588	
A(M3)-C(M2)	0.625	0.625
M(M3)-C(M3)	0.58823529	0.58823529
A(M1)-C(M3)	0.58823529	
A(M2)-C(M2)	0.52941176	0.50980392
A(M3)-M(M3)	0.5	
A(M2)-M(M3)	0.5	
M(M3)-C(M2)	0.4375	
A(M1)-M(M1)	0.42857143	0.42660189
A(M1)-C(M1)	0.42857143	
A(M1)-M(M3)	0.41176471	
A(M1)-C(M2)	0.35294118	
A(M2)-M(M1)	0.35294118	0.34558824
A(M2)-C(M1)	0.35294118	
A(M3)-C(M1)	0.35294118	
M(M1)-C(M3)	0.35294118	
M(M1)-C(M1)	0.33333333	
A(M2)-M(M2)	0.33333333	
M(M2)-C(M3)	0.33333333	
A(M1)-M(M2)	0.3125	
A(M3)-M(M2)	0.26315789	
M(M3)-C(M1)	0.25	
M(M2)-C(M1)	0.21428571	
A(M3)-	0.21052632	

M(M1)		
M(M1)- C(M2)	0.1875	0.18198529
M(M2)- C(M2)	0.17647059	





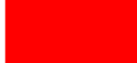
Fuente: Propia

**ANEXO I.** Tabla de valores ajustados por Roldán (2003) del índice BMWP para Colombia

Familia	Puntaje
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, enagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyaellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae	4
Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Dolichopudidae, Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae,	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: (GÓMEZ, 2014)

**ANEXO J.** Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASTP. Propuesto por Arango et al. (2003).

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR	
I	Buena	> 9-10	Aguas muy limpias		Azul
II	Aceptable	> 8-9 > 6.5-8	Aguas no contaminadas Ligeramente contaminada: Se evidencian efectos de la contaminación		Verde
III	Dudosa	> 4.5-6.5	Aguas moderadamente contaminadas		Amarillo
IV	Critica	> 3-4.5	Aguas muy contaminadas		Naranja
V	Muy crítica	1-3	Aguas fuertemente contaminadas situación crítica		Rojo

Fuente: (GÓMEZ, 2014)

### ANEXO K. Resultados parámetros fisicoquímicos por muestreo

MUESTREO 1											
Laguna	Punto	DO (mg/L)	T (°C)	Conductividad (mSiemens/cm)	pH	Redox	Turbidez	Nitratos	Fosfatos	DBO5	% saturación OD
Arnical	P1	2,18	11,84	0,016	6,3	145	3,84	0,1	0,085	4	12,72
	P2	1,92	12,68	0	4,4	171	4,30	0,09	0,075	5	11,35
	P3	2,63	12,56	0,009	5,4	362	5,80	0,08	0,062	3	15,68
	P4	3,68	12,89	0,018	5,5	353	4,00	0,07	0,052	2	22,28
Medio	P1	4,15	12,2	0,005	4,9	433	4,03	0,1	0,05	1	24,89
	P2	3,56	10,39	0,003	5,2	411	3,80	0,08	0,057	3	20,44
	P3	3,13	11,69	0,004	5,0	384	4,80	0,07	0,062	2	18,46
	P4	3,78	13,63	0,004	4,9	424	4,10	0,08	0,075	2	23,36
Chingaza	P1	2,52	13,69	0,026	6,4	376	3,40	0,07	0,1	2	16,26
	P2	3,13	13,66	0,033	6,0	419	4,48	0,06	0,062	4	20,30
	P3	3,32	14,38	0,036	5,9	319	5,80	0,1	0,08	5	21,89
	P4	3,75	15,42	0,034	6,4	384	3,05	0,07	0,07	3	25,33
	P5	3,55	12,31	0,032	6,2	348	4,69	0,08	0,054	2	22,41
	P6	3,34	12,97	0,032	5,9	340	5	0,09	0,062	5	21,37
MUESTREO 2											
Laguna	Punto	DO	T	Conductividad	pH	Redox	Turbidez	Nitratos	Fosfatos	DBO5	% saturación OD
Arnical 2	P1	3,56	12,58	0,014	9,3	165	3,50	0,09	0,08	3	21,39
	P2	3,78	11,97	0,011	9,5	211	4,86	0,07	0,07	5	22,43
	P3	3,8	14,09	0,028	9,7	168	4,3	0,08	0,054	2	23,62
	P4	4,65	12,	0,011	9,6	200	5,68	0,07	0,05	1	27,98

			46								
Medio 2	P1	3,96	9,00	0,006	8,6	161	4,25	0,08	0,061	2	22,04
	P2	3,78	10,30	0,005	8,9	250	4,10	0,09	0,06	4	21,68
	P3	4,38	10,15	0,016	9,4	170	3,98	0,1	0,07	1	25,09
	P4	3,68	10,35	0,006	8,9	269	4,32	0,08	0,065	3	21,12
Chingaza 2	P1	5,13	13,32	0,052	8,2	210	5,20	0,08	0,09	2	33,28
	P2	4,22	13,24	0,050	8,3	213	3,45	0,07	0,07	4	27,27
	P3	3,72	13,58	0,053	8,4	225	5,80	0,09	0,08	1	24,16
	P4	3,96	13,8	0,054	8,5	235	4,10	0,1	0,065	2	25,87
	P5	3,74	13,67	0,051	8,7	212	5,10	0,09	0,05	5	24,34
	P6	4,04	13,25	0,051	8,6	223	3,68	0,09	0,07	2	26,09
<b>MUESTREO 3</b>											
Laguna	Punto	DO	T	Conductividad	pH	Redox	Turbidez	Nitratos	Fosfatos	DBO5	% saturacion OD
Arnical 3	P1	3,55	12,66	0,010	8,9	177	3,68	0,1	0,075	1	21,37
	P2	3,76	12,5	0,008	9,5	214	5,10	0,08	0,065	5	22,58
	P3	3,53	14,49	0,032	10,1	143	5,80	0,08	0,05	3	22,10
	P4	3,79	13,18	0,012	9,4	174	4,10	0,09	0,055	4	23,10
Medio 3	P1	3,86	9,87	0,006	8,8	176	3,50	0,08	0,075	2	21,93
	P2	3,59	10,7	0,006	8,9	249	4,86	0,07	0,062	5	20,76
	P3	4,13	10,8	0,011	9,2	187	4,3	0,08	0,075	1	24,00
	P4	3,78	11,6	0,004	8,8	275	3,98	0,09	0,06	3	22,34
Chingaza 3	P1	5,1	13,3	0,004	6,3	324	5,68	0,1	0,08	2	33,07
	P2	3,85	13,97	0,050	8,5	202	5,20	0,08	0,085	4	25,23
	P3	3,85	13,7	0,052	8,8	184	4,10	0,09	0,1	5	25,09

P4	3,69	14, 31	0,052	8,5	213	3,45	0,07	0,075	3	24,34
P5	4,27	14, 27	0,048	8,9	211	4,25	0,08	0,09	3	28,21
P6	4,12	13, 5	0,033	8,3	412	4,32	0,01	0,085	4	26,76