

Realidades Ambientales de los Cuerpos de Agua del departamento del Atlántico, Colombia*

Environmental Facts of Waterbodies at the department of Atlantico, Colombia

Rafael Fernando Oyaga Martínez**

RESUMEN

Se reporta el trabajo de investigación desarrollado durante cuatro años en el departamento del Atlántico, Colombia, mediante el uso de indicadores biológicos con el fin de establecer la calidad ambiental de los cuerpos de agua naturales del Departamento, teniendo en cuenta que la mayor parte de ellos son reportados con calidad dudosa.

Palabras clave: Bioindicadores, Evaluación, Calidad de agua, Indicadores biológicos, Variables fisicoquímicas.

ABSTRACT

This paper presents research work developed during four years in the department of Atlántico, Colombia, using biological indicators in order to establish environmental quality of natural waterbodies of the Department, considering that most of them are reported with doubtful quality.

Key words: Biomarkers, Evaluation, Water quality, Biological indicators, Physicochemical variables.

* Título de la Investigación. Bioindicadores de calidad para los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, Grupo Biotecnológico Ambiental. Línea de investigación, Control de la contaminación, Investigador principal, Rafael Oyaga.

** Licenciado en Biología y Química. Abogado. Especialista en Estudios Pedagógicos. Especialista en Análisis y Gestión Ambiental. Msc. Ciencias Ambientales. Profesor tiempo completo en la Facultad de Ciencias Ambientales, miembro del Grupo de Investigación Biotecnológico Ambiental, categoría A en Colciencias de la Universidad de la Costa, CUC. Dirección: Calle 58 # 55-66. royaga@cuc.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica se define de acuerdo al Decreto 1729 de 2002 como “el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, o directamente en el mar” [1]. Otra definición de cuenca es una unidad de territorio definido por la existencia de la divisoria geográfica principal de las aguas superficiales, conformando un sistema interconectado de cauces secundarios que convergen en un cauce principal único que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar [2].

En el departamento del Atlántico se encuentran tres grandes subzonas hidrográficas: mar Caribe, río Magdalena y la del Canal del Dique.

Subzona hidrográfica del mar Caribe: Conformada por los municipios de Puerto Colombia, Juan de Acosta, Tubará, Piojó, Baranoa, Usiacurí, Galapa y parte del distrito de Barranquilla. En los municipios de Baranoa, Usiacurí y Galapa dentro de los subsistemas que hacen parte de esta cuenca tenemos a las ciénagas de: Ciénaga de Mallorquín, Ciénaga de Balboa, Ciénaga del Totumo [3].

Subzona hidrográfica del río Magdalena: En el recorrido que realiza por el departamento del Atlántico, el río Magdalena presenta una longitud aproximada de 107.851 Km. Cuenta con una superficie de 134.192 ha, subdividida en seis subcuencas que vierten sus aguas al río Magdalena. El complejo de humedales que pertenecen a la ribera del río Magdalena está conformado por las ciénagas de La Bahía, Malambo, El Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, Luisa, Manatí, El Paraíso y El Uvero y otras ciénagas ya desecadas como La Vieja, Sanaguare y Real. También pertenecen a esta los arroyos Rebolo, Don Juan, El Salado y otras microcuencas cuyas aguas discurren del casco urbano del distrito de Barranquilla y las vierten al Río Grande de la Magdalena.

Subzona hidrográfica del Canal del Dique: Hacen parte de esta subzona hidrográfica los municipios del departamento del Atlántico de Santa Lucía, Manatí, Suan, Candelaria, Sabanalarga, Luruaco, y Repelón. Se ubican en la zona denominada sur del departamento y tiene como punto central de órbita al Canal del Dique, el cual anteriormente no era más que un conjunto de ciénagas y hoy es el más importante del país y comunica al río Magdalena con la Bahía de Cartagena.

Sirve de límite con el departamento de Bolívar en un tramo de 32 Km, desde su separación con el río Magdalena en Calamar hasta cerca de la Ciénaga de Barbudo. Las aguas provenientes del centro y sur del Atlántico son recibidas por el Embalse del Guájaro y posteriormente las vierte al Canal del Dique.

Teniendo en cuenta lo anterior, el departamento del Atlántico considerando su extensión es un Departamento privilegiado con tantas subzonas hidrográficas que integran su pequeña geografía y que bañan a

22 municipios y el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla, su capital, esto implica hacer una reflexión técnica y científica sobre el estado de algunos de los cuerpos de agua del Departamento y su perspectiva de sostenibilidad hacia el futuro para lo cual nos detendremos en el análisis de los cuerpos de agua: Río Magdalena (zona de La Playita y Parque Isla Salamanca, Embalse del Guájaro) corregimientos de La Peña y Rotinet, y ecorregión del sur del Atlántico y Canal del Dique.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo de investigación ha sido desarrollado a partir del año 2002 en la zona de Las Flores dentro del distrito de Barranquilla utilizando como bioindicadores macroinvertebrados acuáticos con el fin de determinar la calidad de agua que presenta el río Magdalena en este tramo, esto debido al impacto industrial y de descargas de aguas residuales que se realizan en esa zona del río desde hace años y el poco interés que se muestra por parte de las autoridades en la recuperación del cuerpo de agua.

El barrio Las Flores se encuentra dentro del distrito de Barranquilla en la esquina nor-occidental del departamento del Atlántico. Dentro de las coordenadas: 11° 02' Latitud Norte. 74° 49' Longitud Oeste.



Figura 1. Mapa que presenta los dos puntos de estudio en esta franja del río Magdalena (señalados con los puntos rojos)

Fuente: Elaboración del autor

Los principales problemas de impacto ambiental sobre esta zona se resumen en los siguientes aspectos:

- ✓ Vertidos de contaminantes provenientes de la actividad antrópica.
- ✓ Impacto en la calidad de vida de los habitantes de la zona.
- ✓ Adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales.
- ✓ Reducción notable de la importancia social y económica de la zona de Las Flores para el distrito de Barranquilla.

El área de influencia de la zona de estudio cuenta con varios tipos de comunidades vegetales a ambos lados del río Magdalena, destacándose la mayor cantidad de manglar en la margen oriental. Hay una importante presencia de macrófitas acuáticas tanto emergentes como flotantes [4].

Las principales especies son:

- ✓ Enea – *Thiphasp.*
- ✓ Juncos – *Scripusp.*
- ✓ Taruya – *Eichornia crássipes.*
- ✓ Lechuga – *Pistiasp.*
- ✓ Batatilla – *Ipaemsp.*

3. METODOLOGÍA

El análisis biológico se hizo teniendo en cuenta: Organismos indicadores y su frecuencia de aparición, tomando como base de valoración la disminución de un grupo de familias llamado: “déficit de familias” y que la zona de estudio es un cuerpo de agua lótico (de corriente), además de la realización de una evaluación preliminar: documentación bibliográfica; reconocimiento del área, elecciones de comunidades: taxas, familias, relación entre la abundancia de familias y las variables ambientales, elecciones de variables químicas y físicas, ubicación de estaciones muestreo y la expresión de los resultados cualitativos y cuantitativos.

Se realizó recorrido visual del tramo a estudiar, se tomaron dos estaciones de estudio: zona del muelle de los Johnson y Parque Isla de Salamanca la zona de La Playita, durante periodo de tiempo seco y periodo de lluvias con el fin de que el resultado fuera representativo.

Se hicieron batidas con las redes en los microhábitat de las zonas existentes. Se realizó la extracción directamente en el campo, pues el movimiento de organismos vivos facilita su localización. Se tomaron las muestras dos veces por semana, en total fueron recogidas en la zona de La Playita 3.948 organismos, mientras que en el muelle de los Johnson 1.357, para un total de 5.305 organismos.

Las muestras fueron pasadas por un tamiz y se hizo la identificación de los organismos en un micros-

copio estereoscópico y separado por categorías taxonómicas a nivel de familia; los organismos que no podían ser identificados en el campo se realizaron en el laboratorio con claves taxonómicas.

La valoración estadística y numérica se realizó tomando como base el índice biológico BMWP (*Biological Monitoring Working Party*), el cual utiliza la clasificación y valoración de organismos hasta el nivel de familia, asignándole valores bajos a los organismos más tolerantes a la contaminación y valores altos a los menos tolerantes luego y teniendo en cuenta la tabla de comparación del índice se establece el tipo de calidad de agua en la que se ubica el sector del cuerpo de agua.

Tabla 1. Clases de calidad, significación de los valores del BMWP y colores a utilizar para las representaciones cartográficas

Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
I	"Buena"	>150 101 – 120	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
II	"Aceptable"	61 – 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Verde
III	"Dudosa"	36 – 60	Aguas contaminadas	Amarillo
IV	"Crítica"	16 – 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	"Muy Crítica"	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Elaboración del autor

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta lo anterior, los organismos encontrados y las características que la literatura destaca en ellos y su adaptación a la contaminación se observa lo siguiente (ver Figuras 2 y 3):

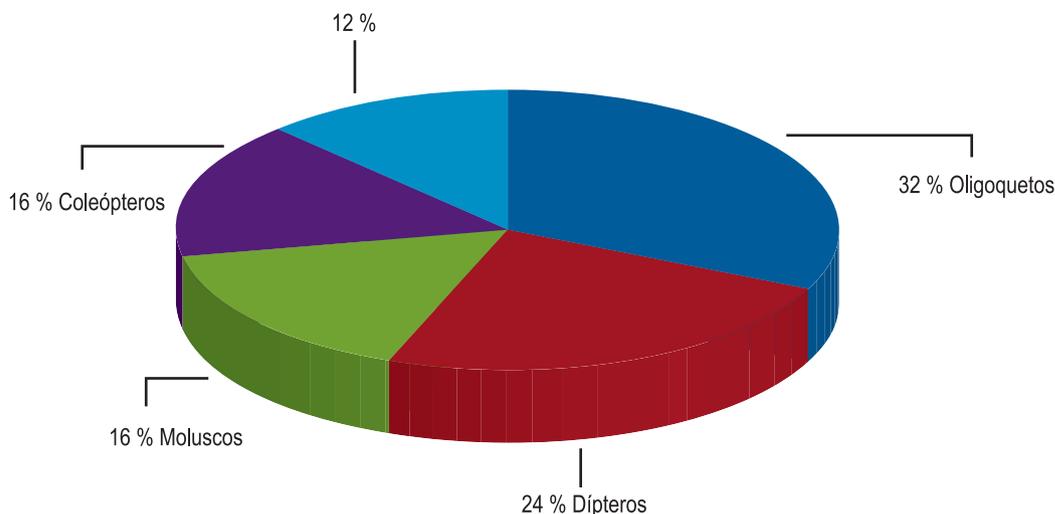


Figura 2. Distribución de macroinvertebrados acuáticos presentes en el muelle de los Johnson

Fuente: Elaboración del autor

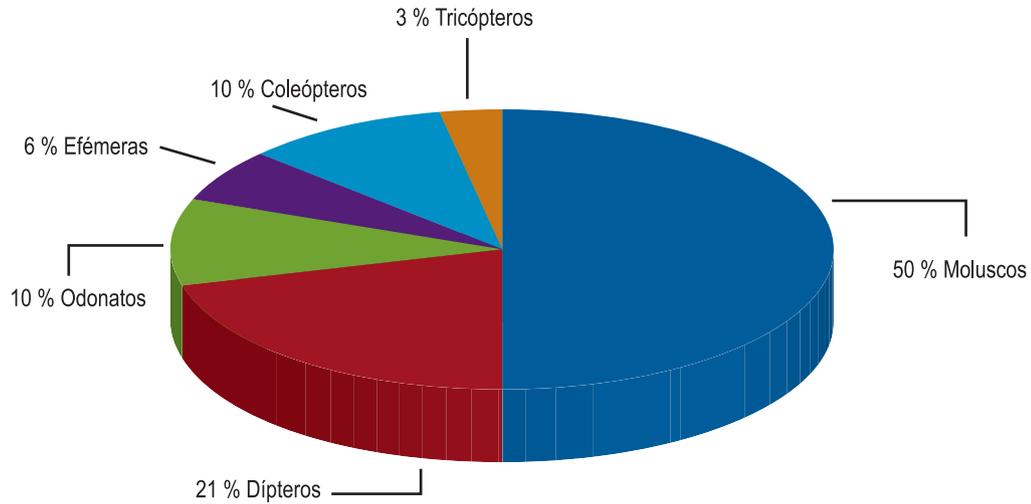


Figura 3. Distribución de macroinvertebrados acuáticos presentes en el Parque Isla Salamanca: zona La Playita

Fuente: Elaboración del autor

Al aplicar el índice BMWP para las dos zonas de estudio se encontró que:

El índice BMWP para el muelle de los Johnson dio un total de 38, lo que lo ubica en la clase III en calidad dudosa, hay preeminencia en esta zona de organismos como oligoquetos, moluscos, en especial *Phisidae* y dípteros, indicadores de aguas contaminadas con alta carga orgánica.

Para la zona de Isla Salamanca fue de 58, lo que lo ubica dentro de las clases II y III en calidad aceptable a dudosa, un cuerpo de agua en proceso de fuerte deterioro y en el que se deben implementar estrategias para su recuperación.

Embalse del Guájaro

Los embalses son modificaciones significativas que el hombre realiza en un medio, puede ser el cambio brusco de un ecosistema terrestre a uno acuático, o el cambio de un ecosistema lótico a uno léntico. Los embalses son considerados como ecosistemas intermedios entre ríos y lagos, con una tendencia general a la eutrofización y a la contaminación debido a procesos naturales y de origen antropogénico. Se involucraron dentro del área de influencia de este trabajo dos corregimientos que hacen parte de los municipios de Repelón y Sabanalarga, de los cuales se presenta una descripción geográfica en las Tablas 1 y 2. Dicha área tiene una extensión de 35.000 ha, dentro de las cuales el espejo de agua es de 16.000 ha.

Toda el área del proyecto tiene un sistema hidrológico semiárido tropical. La precipitación ocurre en forma de aguacero violento de gran intensidad y corta duración sobre áreas limitadas, por lo tanto, los

desagües también son violentos y de corta duración. En consecuencia el sistema de drenaje es intermitente con lechos de arroyos relativamente grandes. La Ciénaga del Guájaro es adyacente con el Canal del Dique, el cual le aporta agua; también recibe escorrentía de las cuencas vecinas, de una manera intermitente y solamente en el tiempo invernal. Los arroyos del área de influencia del Guájaro son: Cabildo y La Peña al noreste: Mamones, Cacha, Guayacán y Malabet al este; Banco, Bartolo, Henequén, Pica y Obligación al oeste. El Embalse del Guájaro ha venido presentando los siguientes problemas: Descarga de aguas servidas de los municipios y corregimientos circundantes, la disposición de basuras en el área de influencia. La caza y la pesca indiscriminada, el control de insectos con agroquímicos, especialmente la descarga de plaguicidas organoclorados, la deforestación de las laderas aledañas al embalse. También actúan como fuente de contaminación las aguas provenientes del Canal del Dique, dado que llegan con un alto contenido de sólidos. La zona llamada “Las Compuertas” al mantenerse cerrada altera la condición natural del embalse, esto impide el lavado de la sal acumulada, se corta el equilibrio biológico de las especies migratorias y no se permite la salida de sedimentos. El arrastre de sólidos provenientes de las canteras de material triturado, la falta de una educación ambiental en la comunidad, entre otros. En el desarrollo de la toma de muestras se utilizaron frascos de boca ancha para introducir en ellos las muestras biológicas. En las raíces de macrófitas como *Eichornia crásipes*, *Pistia estradiotes*, se reconocieron y atraparon muchos macroinvertebrados. Algunos organismos se identificaron *in situ*, los que no, se transportaron al laboratorio para identificarlos con el apoyo de claves taxonómicas hasta el nivel de familia [5]. Después de su identificación se tabuló la información teniendo en cuenta el índice BMWP. Este *Biological Monitoring Working Party*, es un sistema internacional que ha sido adaptado para el departamento de Antioquia, Colombia, por el doctor Gabriel Roldán. Posteriormente se preservó la muestra en alcohol al 96 % y glicerina con el fin de coleccionarlos para un museo. Los parámetros fisicoquímicos evaluados *in situ* fueron: temperatura, oxígeno disuelto, conductividad

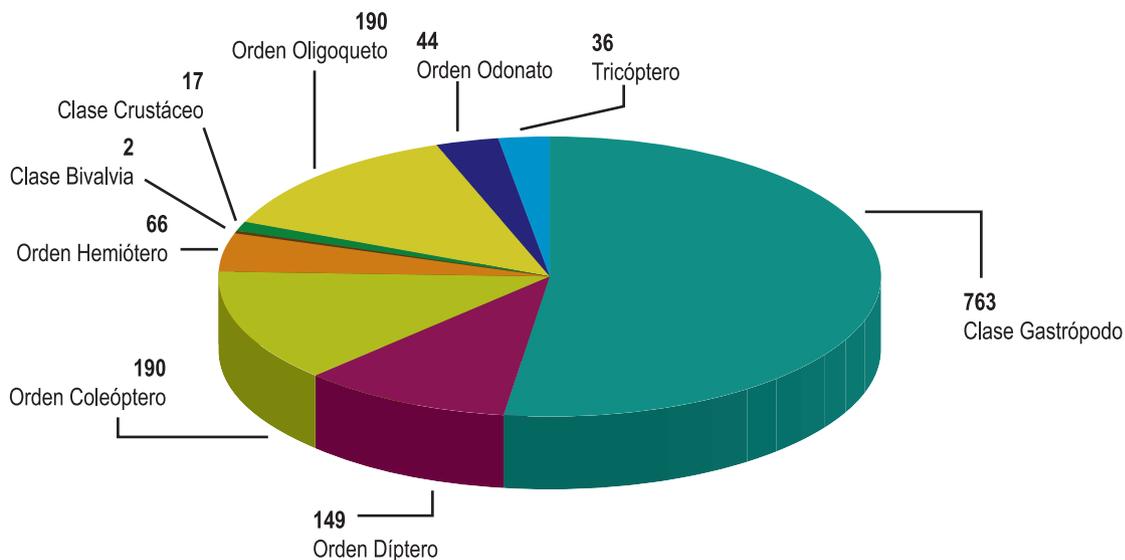


Figura 4. Macroinvertebrados acuáticos presentes en La Peña

Fuente: Elaboración del autor

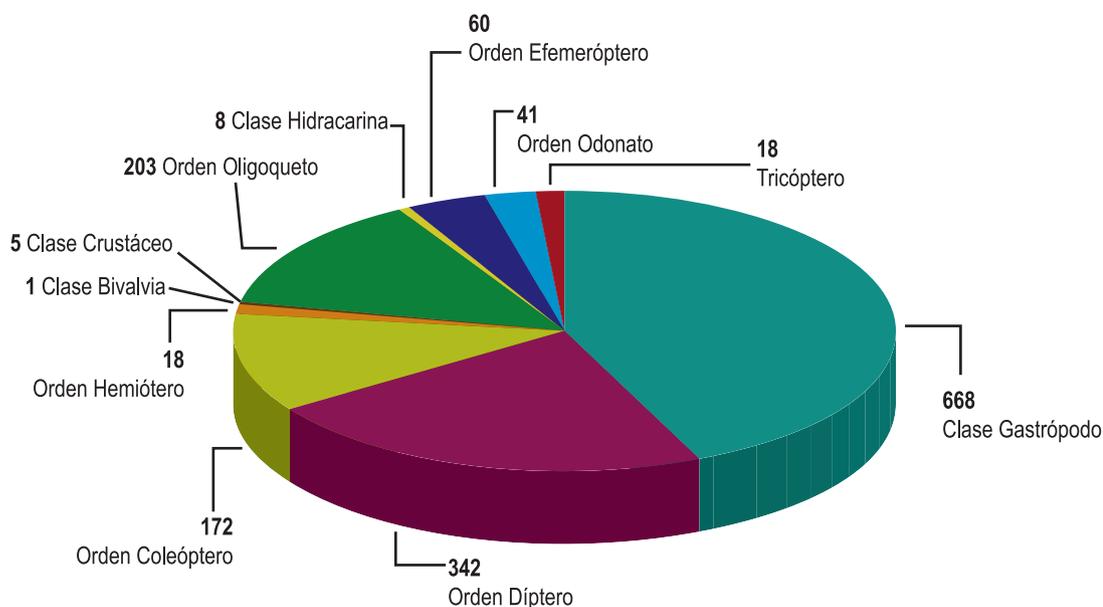


Figura 5. Macroinvertebrados acuáticos presentes en el corregimiento de Rotinet

Fuente: Elaboración del autor

y pH, los cuales fueron medidos con un equipo sensor multiparámetro marca Metler Toledo AG y con base en la metodología establecida en el Standard Methods (1981). Además, se tomaron medidas de la profundidad de la zona con una plomada y una cinta métrica. Luego, los datos se registraron en una bitácora.

En la estación La Peña el promedio obtenido para el parámetro de pH fue de 8,63, para la temperatura el promedio fue de 34,03°C, el promedio de conductividad fue de 1244,97 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto es de 6,36 $\text{mg O}_2/\text{L}$.

La estación de Rotinet presenta un promedio de pH de 8,02, la temperatura 32,43°C, la conductividad 934,42 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y el oxígeno disuelto 2,92 $\text{mg O}_2/\text{L}$.

En la estación de La Peña la proporción más alta de macroinvertebrados encontrados corresponde a la clase *Gastrópoda* con un 52,30 %, seguido del orden *Coleóptero* con un 13,02 % y en un tercer lugar la clase *Oligoqueto* con un 13,02 %.

La mayor proporción de familias encontradas corresponde a:

Tabla 2. Variables fisicoquímicas en el corregimiento de La Peña, Sabanalarga

Parámetros	Temperatura (°C)	Conductividad (µs)	pH	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /L)
Muestra No.				
1	28,5	570	7,97	8,05
2	29	702	6,7	6,6
3	37,5	718	7,35	2,6
4	34,5	683	6,92	2,2
5	35,5	710	7,2	2,5
6	33,5	715	6,98	2,4
7	29,4	940	8,05	1,5
8	36,5	997	8,31	3
9	36,5	980	8,5	3
10	38,5	1011	8,9	3,5
11	36,5	900	7,43	2,8
12	35,5	915	7,8	3,2
13	29,1	910	9	3,5
14	28	979	9,8	4
15	36	860	8	3,3
16	35	795	9,5	3,6
17	30,1	923	9,3	4,3
18	29,8	928	9	3,5
19	31,7	915	7,5	3,2
20	32,8	1010	7,2	3
21	32,9	880	8,2	2,8
22	30,2	920	8,6	1
23	29,4	915	8,9	2,5
24	29,1	1050	7,9	1,8
25	30,8	870	9	3,2
26	32	780	9,2	4
27	34,8	720	7,4	4,8
28	32,8	875	7,7	1,7
29	31,6	902	8,2	1,9
30	32,9	765	7,76	1,5
31	30,2	776	7,4	3,73
32	30,8	780	7,2	3,46
33	31,6	781	7,3	0,32
34	31,4	779	7,2	0,35
35	33,1	796	8,47	3,05
36	33,3	799	8,43	3,08
37	28,3	911	7,28	0,41
38	28	912	7,3	0,43
39	31,3	796	7,4	3,21

40	31	797	7,3	3,23
41	31	1975	7,63	1,48
42	31	1865	7,5	1,5
43	36,4	1920	8,4	1,4
44	35	1135	8,7	2,5
45	37,7	1138	9,54	1
46	35	1062	7,6	2,5
47	36,6	1055	7,4	2,66
48	32	785	8,06	6,02
49	27	1235	8,9	6
50	30,5	586	7,5	4,9
PROMEDIO	32,43	934,42	8,02	2,92

Fuente: Elaboración del autor

Ampullariidae con un 20 %, seguida por los *Planorbidae* con un 17,5 % y en tercer lugar la familia *Gyrinidae* con un 7,7 %.

Para la estación de Rotinet la mayor proporción corresponde a la clase *Gastrópoda* con 43,49 %, seguido del orden *Díptero* con 22,27 % y en tercer lugar la clase *Oligoqueta* con el 13,22 %.

La mayor proporción de familias encontradas corresponde a *Ampullariidae* con 29 %, luego *Tubificidae* con un 14,09 % y *Planorbidae* con un 6,6 %.

Ecorregión del sur del Atlántico y Canal del Dique

Territorio de mayor o menor extensión, con límites físicos y biológicos bien definidos determinantes en un paisaje característico. Es decir, existe unidad en la manifestación de los rasgos físicos principales del medio: geológica, geomorfológica, clima y suelo, que se expresa además en una convergencia adaptativa de las formas de vida dominantes respecto a los caracteres específicos de ese ambiente.

La región del sur del Atlántico comprende en su extensión seis municipios: Campo de la Cruz, Candelaria, Manatí, Repelón, Santa Lucía y Suán, los cuales pertenecen a la microrregión Faja Litoral y cubren una extensión de 90.600 hectáreas que corresponden al 24 % del área total del departamento del Atlántico [6, 7].

El sur del Atlántico está situado en el piso térmico cálido, con alturas inferiores a 1.000 metros sobre el nivel del mar y temperaturas superiores a 24°C. Un factor influyente en las variaciones del clima son los vientos alisios del noroeste, los cuales determinan las épocas secas, en los meses de diciembre y marzo, que son las temporadas en las que alcanza su mayor penetración en el continente.

Tabla 3. Variables fisicoquímicas en el corregimiento de Rotinet, Repelón

Parámetros	Temperatura (°C)	Conductividad (µs)	pH	Oxígeno Disuelto (mg O ₂ /L)
Muestra No.				
1	28,5	1125	8,22	8,31
2	28	1196	8,6	8,89
3	36,5	1105	7,02	8,2
4	40	1118	7,45	9
5	33,4	909,5	7,81	8,8
6	34,4	701	7,01	8,9
7	32,4	1495	8,76	8
8	41	1510	6,08	8,3
9	34,5	1610	9,5	8,4
10	36,5	1459	10,3	8,9
11	38,6	1510	8,2	8,3
12	37,8	1480	7,8	9,1
13	32	1150	7,5	6,8
14	31,5	1229	10,6	7,5
15	38,6	1120	8,6	8,3
16	39,1	1340	9,3	9,2
17	38	1052	10,3	10,3
18	37,8	1069	9	9,5
19	31,9	1280	8,8	8,45
20	35,2	1345	9,2	8,25
21	35	1310	8,3	8,56
22	38,5	1270	8,8	9,06
23	39	1080	8,7	6,85
24	40	1150	9,2	7,8
25	38,5	1350	7,8	8,4
26	37,5	1190	8,1	8,8
27	35,1	1170	8,6	9,2
28	38,3	1260	9,2	8,55
29	36,3	1330	9,3	8,31
30	35,9	1290	9,6	8,35
31	31,2	1176	8,2	3,25
32	31	1172	8,21	3,23
33	30,6	1173	8,22	3,23
34	30,1	1175	8,21	3,21
35	31,5	1169	8,28	1,9
36	31	1172	8,3	2
37	29,9	1198	8,26	3,74
38	28,3	1196	8,24	3,73
39	28,7	1171	8,2	3,46

40	30,2	1174	8,23	3,44
41	29,8	1043	8,54	2,66
42	30	1235	8,96	2,55
43	35,4	1457	8,45	3,43
44	33,8	1386	9,52	3,23
45	31,8	1406	9,33	3,54
46	33	1419	9,05	2,97
47	34	1315	9,3	3,2
48	32	1357	9,5	3,2
49	28,6	1282	9,41	3,2
50	30,7	1369	9,21	3,4
PROMEDIO	34,03	1244,97	8,63	6,36

Fuente: Elaboración del autor

Pertencen a esta cuenca los municipios de Santa Lucía, Manatí, Suán, Candelaria, Sabanalarga, Luruaco, y Repelón. Se ubica al sur del Departamento y tiene como eje central el Canal del Dique, que anteriormente no era más que un conjunto de ciénagas y hoy es el más importante del país y comunica al río Magdalena con la Bahía de Cartagena.

Sirve de límite con el departamento de Bolívar en un tramo de 32 Km, desde su separación con el río Magdalena en Calamar hasta cerca de la Ciénaga de Barbudo. Las aguas provenientes del centro y sur del Atlántico son recibidas por el Embalse del Guájaro y posteriormente las vierten al Canal del Dique.

La Ecorregión del Canal del Dique cuenta con los siguientes distritos de riego:

- Distrito Manatí/Candelaria: Es un distrito de drenaje de 29.000 ha, en el sur del Departamento, en la margen izquierda del río Magdalena. Ocupa los territorios de los municipios de Ponedera, Suán, Campo de la Cruz y se extiende hasta el campamento El Limón, bordeando la margen oriental del Embalse del Guájaro.
- Distrito de Santa Lucía: Está localizado entre el río Magdalena y la margen derecha del Canal del Dique, ocupa una superficie de 3.000 ha, de las cuales 2.400 son aprovechables; el sistema se abastece por bombeo del río Magdalena, se vierte a un canal principal, el cual a su vez consta de cinco estaciones de bombeo.
- Distrito de Repelón: Este distrito se ubica al occidente del Embalse del Guájaro abarcando una superficie de 3.800 ha, de las cuales 3.400 son aprovechables. El sistema de riego consta de una estación de bombeo, la cual eleva el agua a dos dársenas. De aquí se derivan los canales de distribución superior e inferior que facilitan el riego por gravedad y aspersion.

Para cuatro estaciones de estudio en la zona del Canal del Dique estas son las familias reportadas:

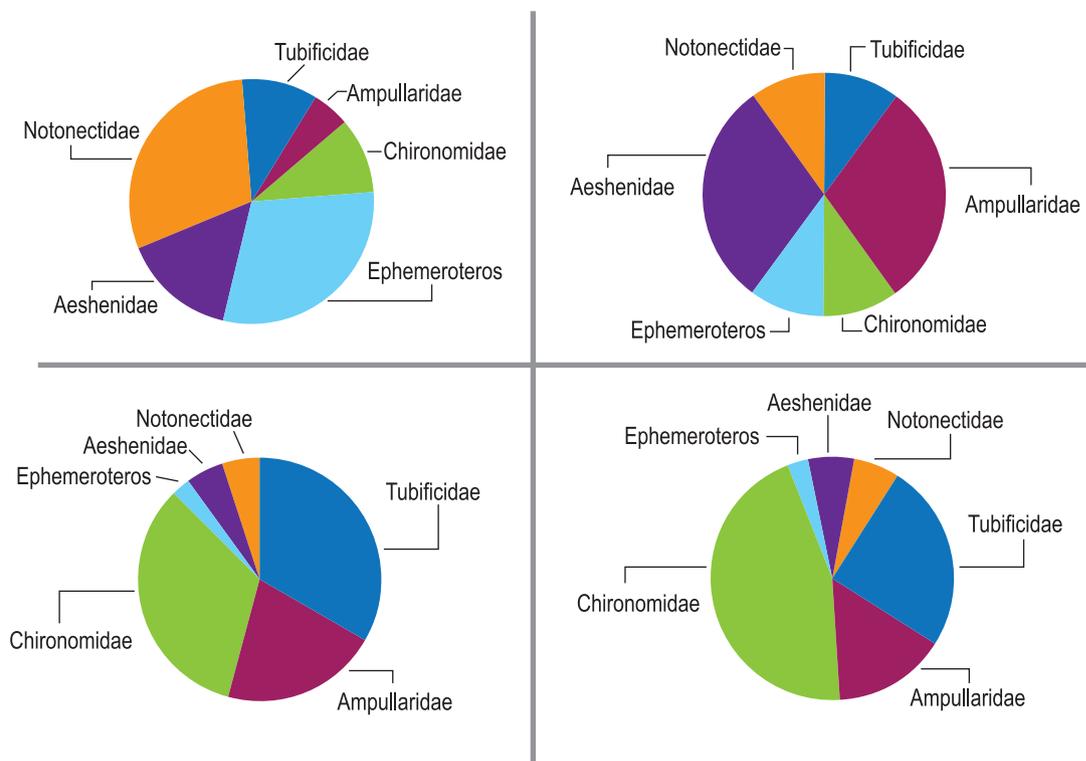


Figura 6. Macroinvertebrados obtenidos en la zona del Canal del Dique

Fuente: Elaboración del autor

La diversidad (α) prueba que la estructura principal que toda la ecorregión, se fundamenta en la presencia de *Dípteros* y *Oligoquetas* como órdenes dominantes; esta particularidad permite demarcar la importancia de órdenes raros (*Ephemeropteros* - *Coleópteros*) por mantener una capacidad positiva frente a variables contaminantes.

Aplicación de los índices de diversidad de Shannon y Hill en varios cuerpos de agua del Departamento

Al aplicar los índices de diversidad de Shannon y Hill buscando establecer los criterios de estructura y dominancia entre los cuerpos de agua del Departamento se presenta como resultado una alta contaminación y condiciones de dudosa calidad con pocas diversidades de organismos y escasa heterogeneidad en su presencia.

Levantamiento bibliográfico: Ecorregión del Canal del Dique y sur del Atlántico

Existe un fuerte aporte de documentación publicada y recae en entes territoriales y organismos de

Tabla 4. Índice de diversidad de Shannon

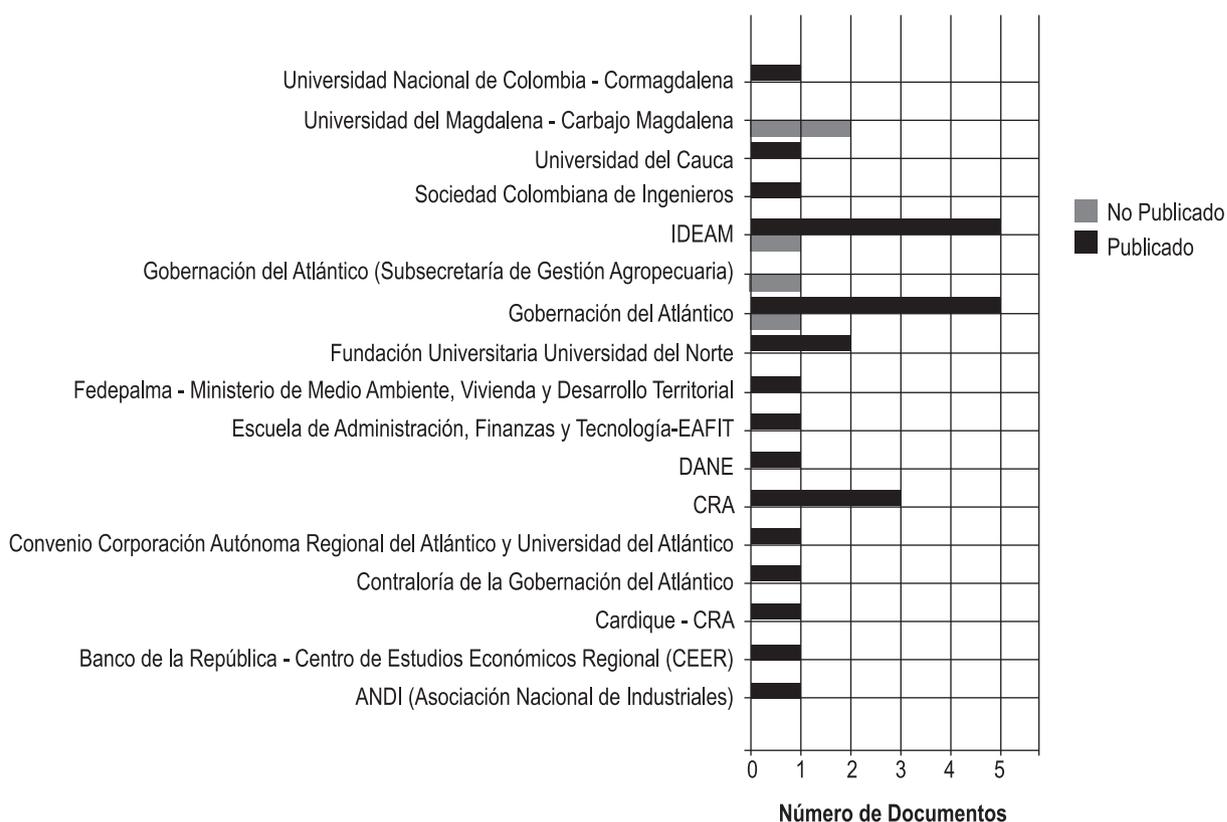
Estaciones	Palmar de Varela	Malambo	La Peña	Rotinet	Muelle de los Johnson (río Magdalena)	Zona La Playita (río Magdalena)
ÍNDICE DE SHANNON Hmax Log Base 2	1,204	1	1,477	1,398	1,114	1,176

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 5. Índice de diversidad de Hill

Estaciones	Palmar de Varela	Malambo	La Peña	Rotinet	Muelle de los Johnson (río Magdalena)	Zona La Playita (río Magdalena)
ÍNDICE DE HILL	16	10	30	25	13	15

Fuente: Elaboración del autor

**Figura 7. Número de documentos producidos en torno por entidades de la subregión del Canal del Dique y sur del Atlántico**

Fuente: Elaboración del autor

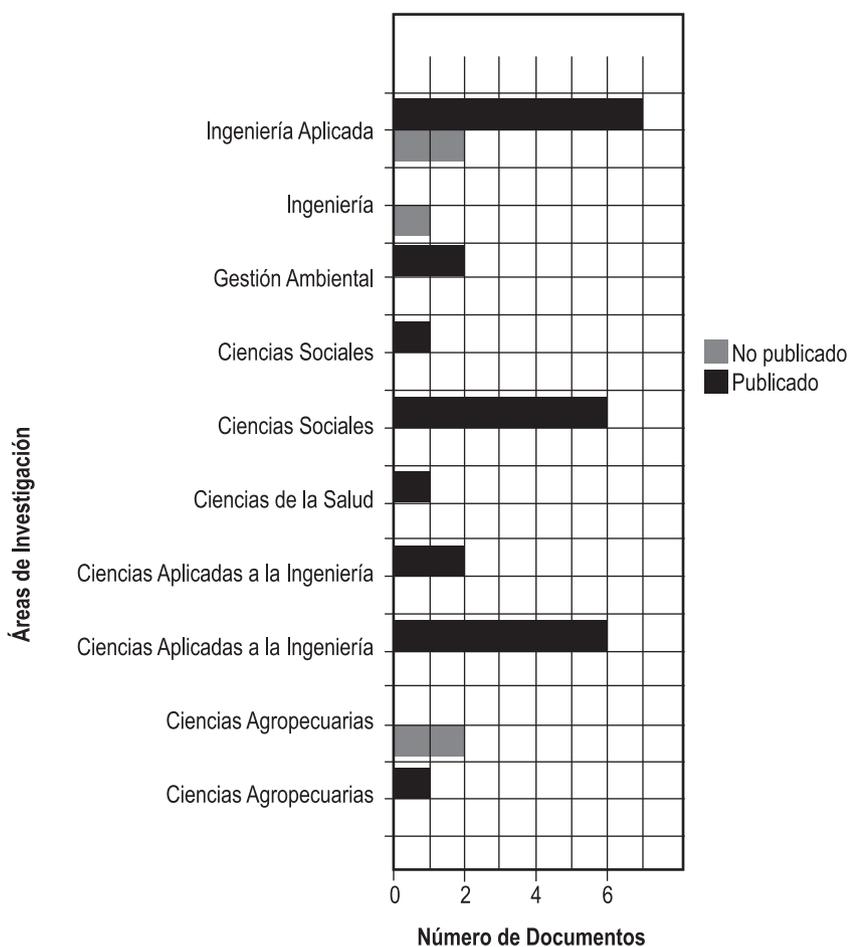


Figura 8. Número de documentos producidos por área de investigación sobre la subregión del Canal del Dique y sur del Atlántico

Fuente: Elaboración del autor

control, poco aporte de las universidades; es importante anotar que la mayoría de los documentos han sido publicados.

Ciencias de la Ingeniería y aplicadas son las de mayor aporte, seguido de las Ciencias Sociales, desde las Ciencias Básicas es poco lo que se ha trabajado y los procesos multidisciplinares de investigación brillan por su ausencia.

Dentro de los documentos producidos predominan los informes técnicos, se destaca la mínima cantidad de proyectos de investigación y pocos artículos presentes en revistas.

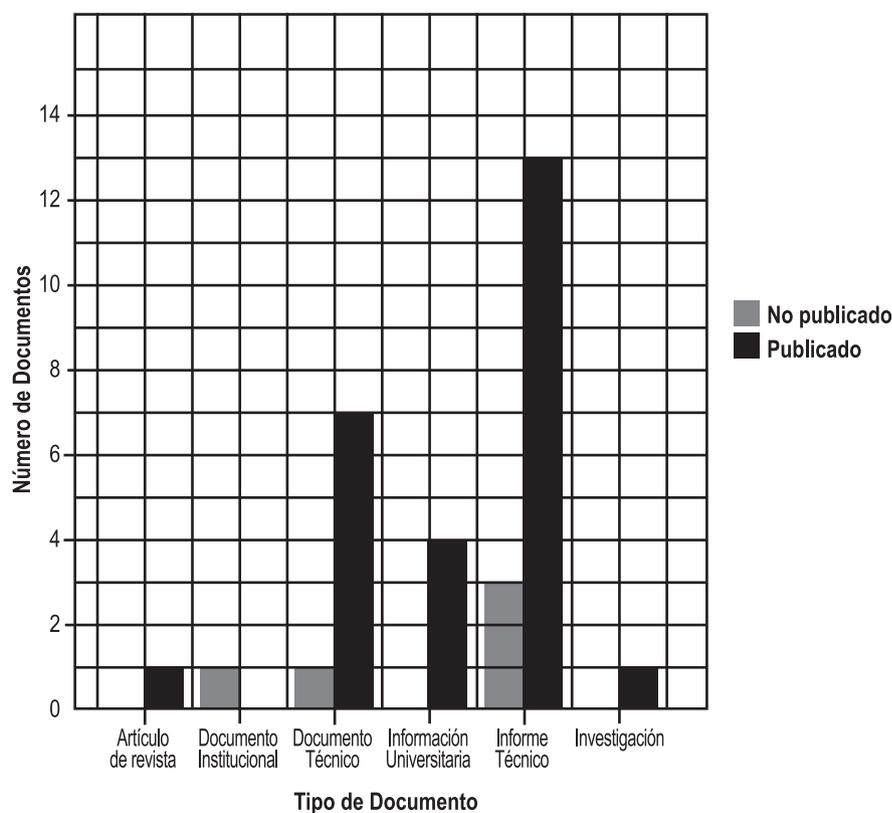


Figura 9. Tipo de documentos producidos por área de investigación sobre la subregión del Canal del Dique y sur del Atlántico

Fuente: Elaboración del autor

Levantamiento bibliográfico: Embalse del Guájaro

Al realizar el análisis de la información recabada en torno al Embalse del Guájaro se encontró en cuanto al tipo de publicación hecha sobre este cuerpo de agua lo siguiente:

Publicación formal: Artículos científicos en revistas nacionales e internacionales, en memorias de congresos, seminarios en menor medida libros y capítulos de libros.

No publicados: Resultado de informes técnicos, consultorías y trabajos de grado.

La mayor parte de las investigaciones sobre el Embalse del Guájaro no ha sido publicada.

La mayor parte de la información recabada sobre el embalse son trabajos de grado, se referencian pocos libros publicados sobre el tema.

Se centran fundamentalmente en ciencias tecnológicas y de gestión ambiental.

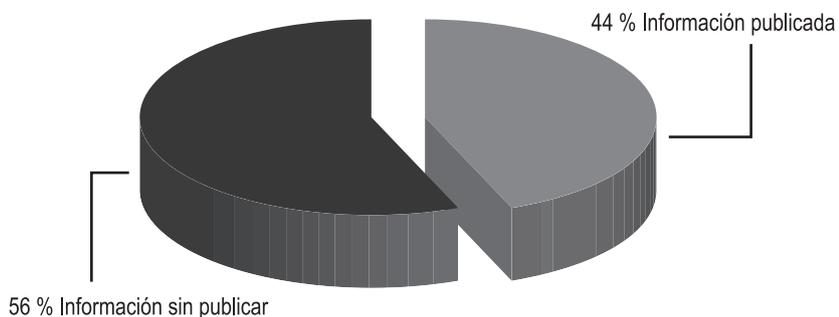


Figura 10. Tipo de publicación

Fuente: Elaboración del autor

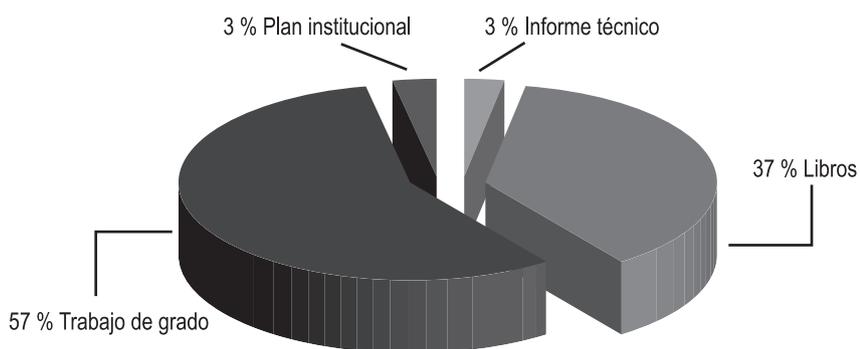


Figura 11. Tipos de trabajo

Fuente: Elaboración del autor

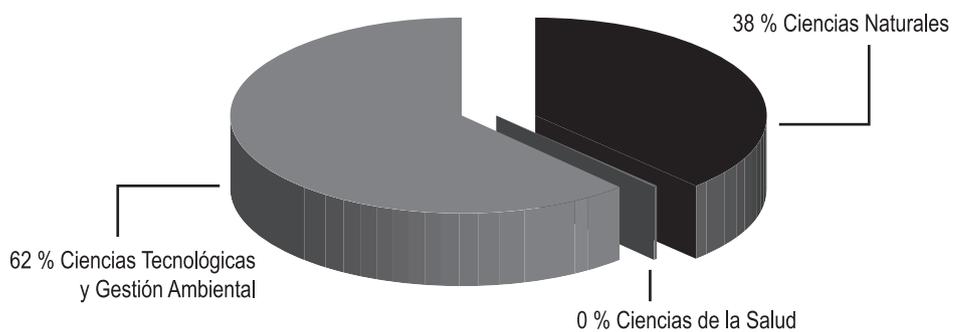


Figura 12. Áreas del conocimiento de los trabajos

Fuente: Elaboración del autor

En su gran mayoría los trabajos se centran en monitoreo y problemas ambientales, se reportan pocos trabajos desde las Ciencias Sociales y las Humanidades.

Las universidades son las que más han aportado en el conocimiento del embalse, seguido de la autoridad ambiental.

La mayor parte del conocimiento es desde una disciplina del conocimiento, los trabajos en general no muestran la participación de grupos de diferentes áreas.

Ha venido decreciendo la producción de documentos sobre el embalse por tiempos probablemente porque las temáticas de trabajo fueron abordadas desde los sectores de interés.

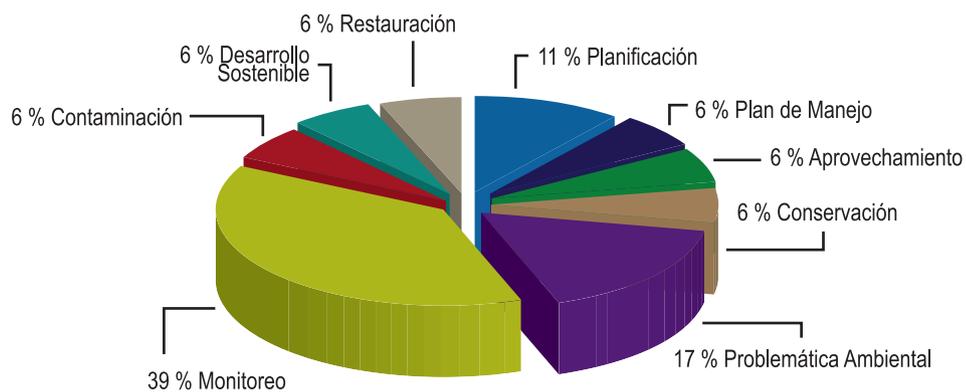


Figura 13. Subtemas del conocimiento

Fuente: Elaboración del autor

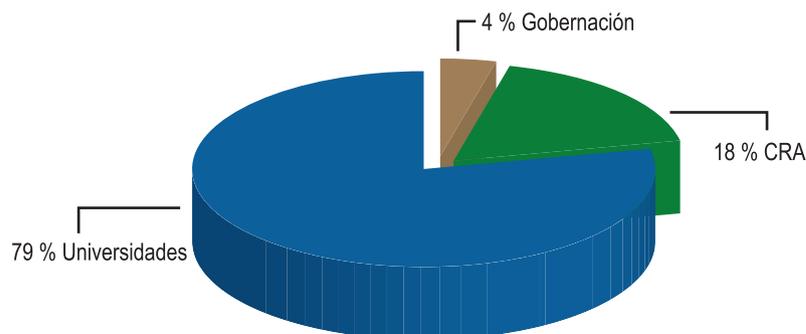


Figura 14. Por instituciones generadoras de conocimiento

Fuente: Elaboración del autor

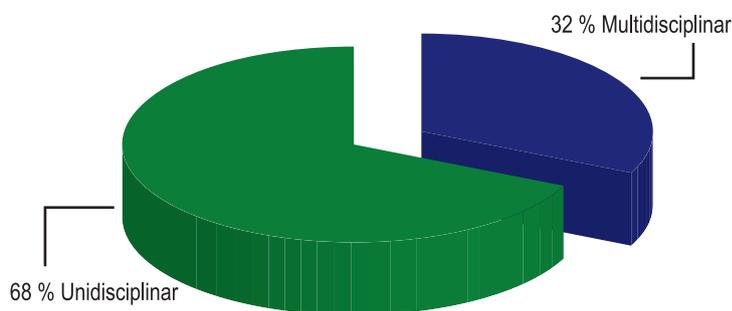


Figura 15. Disciplinas del conocimiento
Fuente: Elaboración del autor

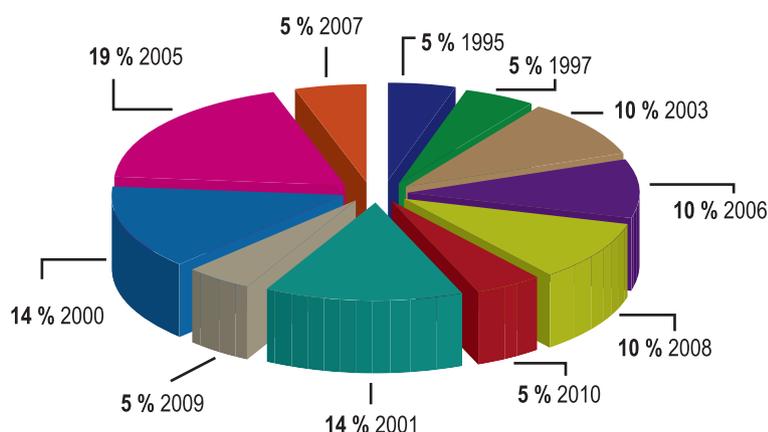


Figura 16. Periodos de producción del conocimiento
Fuente: Elaboración del autor

5. CONCLUSIONES

Los principales cuerpos de agua del departamento del Atlántico revelan como resultado de los trabajos de investigación realizados en los últimos diez años deterioro pronunciado en la calidad de agua, la utilización de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores muestra la presencia permanente en casi todos los cuerpos de agua de familias indicadores de aguas contaminadas con alta carga orgánica y un alto índice de eutrofización.

Los resultados matemáticos en la aplicación de índices biológicos a los cuerpos de agua del Departamento ubica a la mayoría de ellos en condiciones de calidad dudosa.

Un factor desestabilizante puede ser la alta carga de descargas de aguas residuales y el marcado impacto que las actividades antropogénicas están generando en la calidad de los cuerpos de agua del Departamento, no hay políticas claras de sostenibilidad en torno al recurso dentro de las autoridades ambientales y los entes territoriales.

Al realizar la investigación se observa que no se presentan estudios amplios sobre los cuerpos de agua del Departamento, la mayoría es de línea base, pero pocos son de gestión y que estén relacionados con la sostenibilidad del recurso.

Las políticas que se plantean desde la autoridad ambiental y la Gobernación del Atlántico no coinciden con las propuestas y resultados de investigación de los entes universitarios y sus resultados de trabajo.

El manejo de los cuerpos de agua es de tipo sectorial y coyuntural y no recoge el sentir de las comunidades ni de las políticas nacionales en relación con el recurso hídrico.

Las políticas de desarrollo carecen del componente histórico tradicional de la zona, no se tiene en cuenta las condiciones de uso del suelo y su adaptabilidad a fenómenos como por ejemplo inundaciones.

Los procesos de gestión alternativos no van de la mano de la aplicación de políticas claras de desarrollo, emprendimiento y estímulos de mercado a los productos que puedan intensificarse en su explotación para la zona aledaña a los cuerpos de agua.

Finalmente falta retomar la tradición, la cultura y la tradición histórica de las zonas en los entornos de los cuerpos de agua como base para comprender el desarrollo y la estructura social de las regiones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Decreto N°. 1729 de 2002. Cuencas hidrográficas. Bogotá, 6 de agosto de 2002.
- [2] G. Roldán, Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia, 1992.
- [3] A. Escolar, Ecosistemas acuáticos del departamento del Atlántico.
- [4] R. Oyaga, Los macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua para la zona de Las Flores, fase exploratoria, 2001. *Ingeniería*. Sociedad de Ingenieros del Atlántico, n°. 39, pp. 26-28, 2002.
- [5] Universidad del Magdalena, Estudio Limnológico y Evaluación de la Ciénaga del Guájaro, 1995.
- [6] INCODER, Zonificación agroecológica, evaluación económica y organización socioempresarial de sistemas de producción prioritarios en el área de desarrollo rural del sur del Atlántico. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, INCODER, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, 2005.
- [7] Corporación Autónoma Regional del Atlántico, CRA, Plan de Manejo Ambiental del Complejo de Ciénagas El Totumo, El Guájaro y El Jobo en la ecorregión estratégica del Canal del Dique.