

Bioestadística como apoyo a la praxis pedagógica de la Zoología de invertebrados en la determinación de Rotíferos de hábitat planctónico en el ecosistema de la laguna del Parque Recreacional de la ciudad de Cúcuta, aplicando las claves dicotómicas para su clasificación.

M.Sc Cecilia María Eugenia Muñoz Peñaloza¹

Coautores: M.Sc Yaneth Amparo Muñoz Peñaloza², M.Sc Mawency Vergel Ortega³.

Resumen

El estudio comprendió la identificación y clasificación de ejemplares del phylum rotífera de hábitat planctónico en el ecosistema de la laguna del parque recreacional de la ciudad de Cúcuta. A la laguna se le realizó levantamiento topográfico, se distribuyó en ocho zonas y se le efectuó análisis fisicoquímico de aguas. Se recolectaron los rotíferos y se identificaron de dos maneras, la primera utilizando esquemas representativos de los géneros más comunes, según Barnes (1995), Gardiner (1978), Hickman (1995), Arteaga, Herrera (2005), Streble y Krauter (1987), Iafrancesco (1997) y la segunda por medio de la identificación sistemática mediante la aplicación de la clave dicotómica para géneros, según James G. Needham y Paul R. Needham (1982). Para caracterizar la presencia de los rotíferos de acuerdo a las zonas, se utilizó la distribución de frecuencias, según los índices de: Jaccard (presencia o ausencia), índice de Raup-crick (similaridad con relación a las zonas) y el índice de Margalef, (para la diversidad). El agua de la laguna de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y de bioindicación se clasificó como beta mesosaprobia, siendo de contacto secundario para fines recreativos. Se encontraron seis familias de rotíferos: Brachionidae, Philodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Collotheidae, Lecanidae y diez géneros: Brachionus, Lepadella, Cohurella, Philodina, Rotatoria, Cephalodella, Trichocerca, Polyartha, Collotheca, y Lecane) y mediante la aplicación de la bioestadística los rotíferos fueron distribuidos según las zonas. Los procedimientos y registros fotográficos desarrollados en el estudio constituyen un material didáctico de apoyo, para la praxis pedagógica en el tema phylum rotífero en la zoología de invertebrados.

Palabras clave: Laguna, rotíferos, clave dicotómica, bioestadística.

Abstract

The study involved the identification and classification of phylum specimens rotifers from planktonic habitat in the recreational lagoon park ecosystem in Cucuta City. Was made a topographic uprising to the lagoon, was distributed in eight areas and physicochemical water analyses were performed. Rotifers were collected and identified in two ways, first, using representative schemes of the most common genera, according to Barnes (1995), Gardiner

¹Licenciada en Biología y Química UFPS Especialización en Educación Sexual UAN. Magister en Educación Mención Gerencia Educacional Grupo de Investigación MAJUMBA. Departamento de Biología UFPS ceciliaeugenia9@hotmail.com

²Ingeniera Química UIS Maestría en Ingeniería Química con Énfasis en Biotecnología. Grupo de Investigación Biotecnología Industrial UFPS

³Licenciada en Matemática y Física UFPS Especialización en Estadística UFPS, Especialización Informática Educativa UFPS. Magister en Educación Mención Gerencia Educativa Grupo de Investigación EULER.

(1978), Hickman (1995), Arteaga, Herrera (2005), Strebler and Krauter (1987) Iafrancesco (1997) and second, the systematic identification through the application of the dichotomous key to genera, according to James G. Needham And Paul R. Needham (1982). To characterize the presence of rotifers according to zones, we used the frequency distribution, at the rates: Jaccard (presence or absence), Raup-Crick index (similarity in relation to the areas) and Margalef index (for diversity). The lagoon water according to the physicochemical parameters and bioindication was classified as beta mesosapria, being secondary contact for recreational purposes. We found six families of rotifers: Brachionidae, Philodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Collotheidae, Lecanidae and ten genera Brachionus, Lepadella, Colurella, Philodina, Rotary, Cephalodella, Trichocerca, Polyartha, Collothea and Lecane) and through the application of biostatistics rotifers were distributed according to areas. The procedures and photographic records developed in the study are a support material, for pedagogical praxis in rotifer phylum topic in invertebrate zoology.

Key words: Lagoon, rotifers, dichotomous key, biostatistics.

Introducción

La Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander (CORPONOR) en sus estudios determina que el departamento Norte de Santander es privilegiado y considerado como una de las zonas de mayor biodiversidad del país, cuenta con recursos hídricos que favorecen la presencia de micro y macro invertebrados catalogados como bioindicadores y su estudio enriquecen el proceso enseñanza aprendizaje de la zoología.

La zoología como área importante de las ciencias naturales debe ser trabajada pedagógicamente y didácticamente desde las perspectivas del constructivismo en nuestro medio, para facilitar su aprendizaje significativo.

El estudio de los animales invertebrados permite comprender que el hecho que sean pluricelulares no quiere decir que todos sean macroscópicos. Los rotíferos según Barnes (1995) son animales microscópicos entre 80 y 1700 μm de longitud, junto con los crustáceos, ostrácodos pequeños, y los protozoos son los organismos dominantes en el zooplancton de agua dulce, ellos son importantes en el reciclado de nutrientes en los sistemas acuáticos porque juegan papel fundamental en las cadenas tróficas pelágicas, son un eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios pero su importancia se acrecienta porque pueden transferir materia y energía a consumidores de tercer orden.

Para Marcano (2004) los sistemas acuáticos lenticos

se pueden dividir en diferentes tipos de acuerdo con su carga de nutrientes y capacidad productiva. Los lagos representan modelos óptimos para el estudio de la riqueza específica con relación a los gradientes ambientales, ya que forman entidades ecológicas que están bien delimitadas en el paisaje. Las comunidades zooplanctónicas dulceacuícolas están constituidas esencialmente por rotíferos y crustáceos entre otros.

En el phylum rotífero se encuentran especies muy importantes objeto de estudio de zoólogos y ecólogos, según Conde, Ramos y Morales. (2004) son organismos muy activos considerados depredadores en el mundo del plancton ya que consumen altas concentraciones de microorganismos, tienen alta tasa de reproducción y su afloramiento permite rápidamente la concentración de oxígeno en el medio. Es por ello que su localización en los ambientes acuáticos permite indicar la presencia de materia orgánica (medios eutróficos) por lo que revisten gran interés en estudios de ecología y contaminación.

La investigación presenta la caracterización de la laguna del parque recreacional de la ciudad de Cúcuta, la recolecta de los rotíferos, el desarrollo de métodos de identificación y la determinación de las familias y géneros in-situ, mediante la bioestadística con la distribución de frecuencias, según los índices de: Jaccard (presencia o ausencia), índice de Raup-crick (similitud con relación a las zonas) y el índice de Margalef, (para la diversidad) utilizando el software spss y past.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la laguna del parque recreacional de la ciudad de Cúcuta, en el laboratorio de biología y de aguas de la UFPS y tres etapas. Las etapas fueron: (1) Zonificación y tipificación de la laguna del parque recreacional, (2) Análisis fisicoquímico del agua y (3) Recolección, identificación y determinación de la población de rotíferos en la laguna (presencia o ausencia de rotíferos).

En la primera etapa se realizó el levantamiento topográfico de la laguna; se determinaron las estaciones de muestreo, correspondiendo a la zonificación de la laguna y se llevó a cabo su tipificación, la cual comprende la determinación de la flora y fauna. En la segunda etapa se realizó el análisis fisicoquímico para determinar la calidad del agua de la laguna. Se tomaron tres muestras compuestas donde el agua presentaba un flujo uniforme. Los parámetros analizados en el laboratorio fueron los siguientes: Alcalinidad Total (como carbonato de calcio, mg/l); se refiere a la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Dureza Total (como carbonato de calcio, mg/l); es la concentración de calcio más magnesio. Dureza al Calcio, como carbonato de calcio, mg/l.; es la concentración de calcio, los aniones principales: Sulfato (SO_4^{2-}), Cloruro (Cl^-) y los iones indicadores de contaminación: Nitrato (NO_3^-), Fosfato (PO_4^{3-}); la temperatura (T °C) y el potencial de hidrógeno (pH). La tercera etapa comprendió la recolección, identificación y determinación de los rotíferos y se realizó en dos fases, en la primera fase se recogieron dos muestras diarias por zona en el primer mes y los siguientes tres meses; en la segunda fase se tomaron dos muestras cada quince días, durante cinco meses, para un total de 688 muestras. También se realizó la identificación de los rotíferos que se llevó a cabo de dos maneras: la primera utilizando esquemas representativos de los géneros más comunes, según Barnes (1995), Gardiner (1978), Hickman (1995), Arteaga, Herrera (2005), Streble y Krauter (1987), Iafrancesco (1997) y la segunda por medio de la identificación sistemática mediante la aplicación de la clave dicotómica para géneros, según James G. Needham y Paul R.

Needham (1982). Para determinar la presencia de los rotíferos de acuerdo a las zonas, se aplicó el análisis estadístico según Ramírez (1998) que utiliza la distribución de frecuencias como método útil para el agrupamiento de datos en categorías, donde estas muestran el número de observaciones que aparecen en cada una de ellas, a través de los índices de: Jaccard (presencia o ausencia), índice de Raup-crick (similaridad con relación a las zonas) y el índice de Margalef, (para la diversidad). Para el estudio se utilizó el software PAST y SPSS.

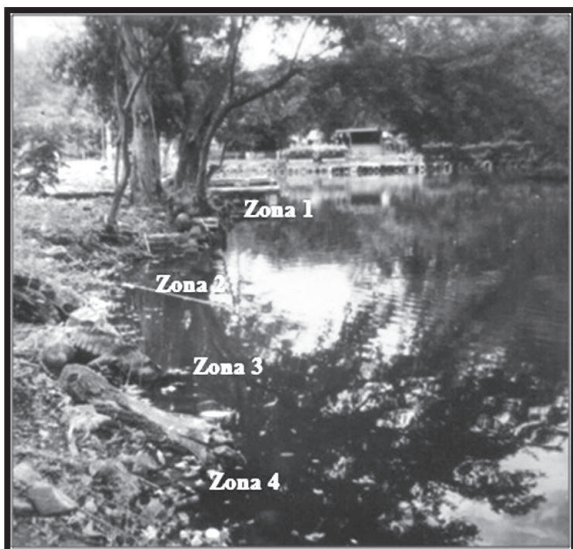
Resultados y discusión

El levantamiento topográfico de la laguna con base en la altimetría y planimetría del sitio fueron los siguientes: área 4207.95 metros cuadrados, largo 144.625m, ancho 28.117m y profundidad 1.5 m. La isla localizada al sur oeste de la laguna tiene unas dimensiones de 25m de largo con 7m de ancho, esta isla se comunica con la laguna por un puente de 7.70m de largo. La laguna tiene localizado en las orillas muelles y un puente de paso, además es bordeada por una pista de múltiples usos. A 33 metros medidos de la zona sur a norte de la laguna según la ubicación geográfica, se localizan los instrumentos recreativos correspondientes a las canoas, área que no se incluyó en el estudio. Para establecer las zonas de muestreo, se dividió la laguna en ocho estaciones cada una de 4m x 28m, cuatro al margen derecho y cuatro al margen izquierdo ver Figura 1 y Fotografía 1.

Figura 1. Plano de la laguna del parque recreacional San Rafael



Fotografía 1. Distribución de las zonas de la laguna en el margen izquierdo.



La flora y fauna a su alrededor está conformada por: almendrón *Terminalia catappa*, palma *Roystonea regia*, acacia *Cassia siamea*, anamú *Petivaria alliaceae*, chiminango *Pitcellobium dulce*, guasimo *Guazuma ulmifolia*, cují *Prosopis juliflora*, urapo *Tobebuia rosea*, caña brava *Arundo donax*. Entre los animales comunes en el medio se encuentran caballos *Equus sp*, lagartijas *Lacerta agilis*, iguanas *Iguana iguana*, siriri, *Tyrannus melancholicus*, ardillas *Sciurus vulgaris*, y cangrejos *Telphusa sp*, véase Fotografías 2 y 3.

Fotografía 2. Chiminango *Pitcellobium dulce*



Fotografía 3. Cangrejo *Telphusa sp*



Los resultados del análisis fisicoquímico se encuentran en la tabla 1. La temperatura media del agua en la laguna fue 26°C. El pH mantuvo un equilibrio alcalino con un promedio de 8.8. Los iones indicadores de contaminación, el ión fosfato está en una concentración promedio de 5.4 mg/L lo que indica la contaminación inorgánica de esta laguna y con relación al ión nitrito, con una concentración promedio de 8 mg/L indicando que existe una contaminación orgánica. La dureza del agua en esta laguna es muy dura con un promedio de 880 mg/L CaCO₃, ya que se encuentra más de 300 mg/L CaCO₃. Teniendo en cuenta el Decreto 1594 (1984 el cual se establece usos del agua y residuales) confirma que el agua de la laguna no es aceptada para consumo, se presupone una contaminación por materia fecal lo cual se puede contrastar con otro tipo de análisis biológicos. Existen unos organismos indicadores típicos que permiten establecer los grados de contaminación que se registran en un análisis fisicoquímico del agua. Según Streble y Krauter (1987 p. 29) los organismos saprobios son “animales y plantas que están estrechamente ligados a unas determinadas condiciones de mayor o menor concentración orgánica y por ello son apropiados como organismos indicadores” para clasificar las aguas hay cuatro niveles: Clase IV zona polisaprobia, Clase III zona alfa mesosaprobia, Clase II zona beta mesosaprobia y clase I zona oligosaprobia. La presencia de Rotíferos clasifica el agua de la laguna en la clase II beta mesosaprobia que con el tratamiento adecuado las aguas pueden ser potables. Los rotíferos son capaces de tolerar estos valores de temperatura y pH, pero si se baja más o se sobrepasa lo valores, la población de los rotíferos disminuye considerablemente.

Tabla 1. Resultado del análisis fisicoquímico de tres muestras compuestas de agua de la laguna del parque recreacional.

Parámetros	Fase inicial	Fase intermedia	Fase final
Dureza total mg/L CaCO ₃	1000	790	850
Dureza al Calcio mg/L CaCO ₃	900	620	620
Dureza al Magnesio mg/L CaCO ₃	100	170	230
Alcalinidad total mg/L	264	227	301
Sulfatos mg/L SO ₄ ⁻²	864	783	810

Fosfatos mg/L PO_4^{-3}	4.3	5.1	6.8
Cloruros mg/L Cl	59.69	178.9	69.6
Nitratos mg/L NO_3^-	16.7	4.0	3.4
pH	9.3	8.4	8.7
Temperatura	24°C	26°C	28°C

Los rotíferos recolectados se conservaron in-vivo, utilizando recipientes con agua de la laguna. Las muestras de rotíferos en el laboratorio, permitió su

estudio morfológico con ayuda del microscopio, el estereoscopio y el video flex. Para su identificación se elaboraron muestras frescas húmedas y se observaron a través del microscopio las estructuras fundamentales como: corona, mástax y pie. Se identificaron seis familias Brachionidae, Philodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Collotheidae, Lecanidae, y diez géneros de rotíferos Brachionus, Lepadella, Colurella, Philodina, Rotatoria, Cephalodella, Trichocerca, Polyarthra, Collothea, y Lecane, ver Tabla 2, Tabla 3 y Fotografías 4 y 5.

Tabla 2. Las principales categorías taxonómicas de los rotíferos identificados en la laguna del parque recreacional.

Categorías	ROTÍFEROS IDENTIFICADOS				
Dominio	Eukarya	Eukarya	Eukarya	Eukarya	Eukarya
Reino	Animal	Animal	Animal	Animal	Animal
Phylum	Rotífero	Rotífero	Rotífero	Rotífero	Rotífero
Clase	Monogontes	Monogontes	Monogontes	Digonontos	Digonontos
Orden	Ploimos	Ploimos	Ploimos	Bdelloideos	Bdelloideos
Familia	Brachionidae	Brachionidae	Brachionidae	Philodinidae	Philodinidae
Género	Brachionus	Lepadella	Colurella	Philodina	Rotaria
Especie	Brachionus sp	Lepadella sp	Colurella sp	Philodina sp	Rotaria sp

Fotografía 4. Géneros de rotíferos: Brachionus, Lepadella, Colurella, Philodina y Rotaria

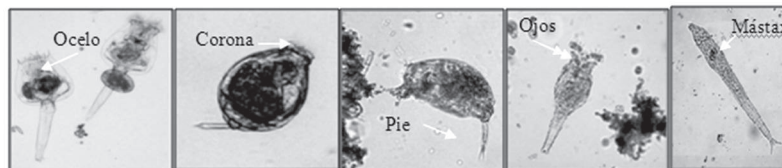
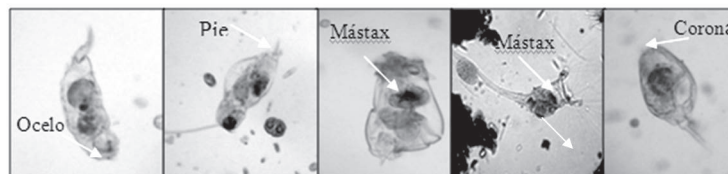


Tabla 3. Continuación principales categorías taxonómicas de los rotíferos identificados en la laguna del parque recreacional.

Categorías	ROTÍFEROS IDENTIFICADOS				
Dominio	Eukarya	Eukarya	Eukarya	Eukarya	Eukarya
Reino	Animal	Animal	Animal	Animal	Animal
Phylum	Rotífero	Rotífero	Rotífero	Rotífero	Rotífero
Clase	Monogontes	Monogontes	Monogontes	Monogontes	Monogontes
Orden	Ploimos	Ploimos	Ploimos	Coletecaceos	Ploimos
Familia	Notommatidae	Notommatidae	Synchaetidae	Collotheidae	Lecanidae
Género	Cephalodella	Trichocerca	Polyarthra	Collothea	Lecane
Especie	Cephalodella sp	Trichocerca sp	Polyarthra sp	Collothea sp	Lecane sp

Fotografía 5. Géneros de rotíferos: Cephalodella, Trichocerca, Polyarthra, Collothea y Lecane



Según el análisis estadístico y el software PAST y SPSS, utilizando el índice de: Jaccard (presencia o ausencia) en la I fase, se obtuvieron los siguientes resultados: existe alta similitud entre las zonas 2 y 6.

Figura 2. Resultados índice de: Jaccard (presencia o ausencia).

Dice \ Jaccard								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,4	0,25	0,333333	0,4	0,4	0,5	0,6
2	0,571429	1	0,285714	0,4	0,5	1	0,666667	0,4
3	0,4	0,444444	1	0,428571	0,5	0,285714	0,142857	0,25
4	0,5	0,571429	0,6	1	0,166667	0,4	0,5	0,333333
5	0,571429	0,666667	0,666667	0,285714	1	0,5	0,25	0,4
6	0,571429	1	0,444444	0,571429	0,666667	1	0,666667	0,4
7	0,666667	0,8	0,25	0,666667	0,4	0,8	1	0,5
8	0,75	0,571429	0,4	0,5	0,571429	0,571429	0,666667	1

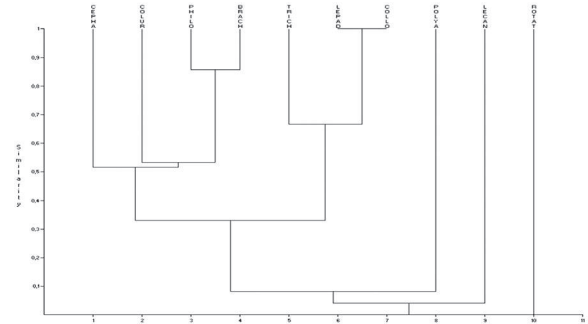
Aplicando el índice de diversidad de Margalef, se obtuvo: que en las zonas 1, 4 y 8 la diversidad de la comunidad de rotíferos se cataloga como media; en las zonas 2, 5, 6 y 7 la diversidad es baja y en la zona 3 se encuentra una diversidad alta de rotíferos.

Figura 3. Resultados índice de diversidad de Margalef.

Diversity								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Taxa	4	3	6	4	3	3	2	4
Individuals	4	3	6	4	3	3	2	4
Dominance	0,25	0,333333	0,166667	0,25	0,333333	0,333333	0,5	0,25
Shannon indx	1,3863	1,0986	1,7918	1,3863	1,0986	1,0986	0,69315	1,3863
Simpson indx	0,75	0,66667	0,833333	0,75	0,66667	0,66667	0,5	0,75
Menhinick	2	1,7321	2,4495	2	1,7321	1,7321	1,4142	2
Margalef	2,164	1,8205	2,7906	2,164	1,8205	1,8205	1,4427	2,164
Equitability	1	1	1	1	1	1	1	1
Fisher alpha	0	0	0	0	0	0	0	0

Aplicando el índice de Raup-crick (similitud) se encontró: tres grupos de especies de rotíferos con distribuciones espaciales próximas entre si: *Lepadella sp* y *Colurella sp* por su presencia en la zona 4 *Brachionus sp*, *Philodina sp* y *Colurella sp*, por su presencia en diferentes zonas en especial en las zonas 1 y 2. *Lepadella sp* y *Colurella sp* con *Trichocerca sp* son semejantes en la zona 3. Las demás no muestran similitud entre especies. Cabe resaltar que la especie *Rotatoria sp*, es disímil con las demás. Las especies que guardan similitud indican que comparten un mismo hábitat y esto sugiere que requieren condiciones ambientales similares.

Figura 4. Dendrograma índice de Raup-crick (similitud)



Utilizando índice de: Jaccard (presencia o ausencia) en la II fase, se obtuvieron los siguientes resultados: existe alta similitud entre las zonas 1 y 6.

Figura 5. Resultados índice de: Jaccard (presencia o ausencia), I fase.

Dice \ Jaccard								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,166667	0,333333	0,142857	0,333333	0,8	0,2	0,5
2	0,285714	1	0,25	0,25	0	0,2	0	0,2
3	0,5	0,4	1	0	0,2	0,4	0,333333	0,75
4	0,25	0,4	0	1	0	0	0	0
5	0,5	0	0,333333	0	1	0,4	0,333333	0,4
6	0,888889	0,333333	0,571429	0	0,571429	1	0,25	0,6
7	0,333333	0	0,5	0	0,5	0,4	1	0,25
8	0,666667	0,333333	0,857143	0	0,571429	0,75	0,4	1

Aplicando el índice de diversidad de Margalef, se obtuvo: en las zonas 1, 4, 6 y 8 la diversidad de la comunidad de rotíferos se cataloga como media; en las zonas 3, 4, 5 la diversidad es baja.

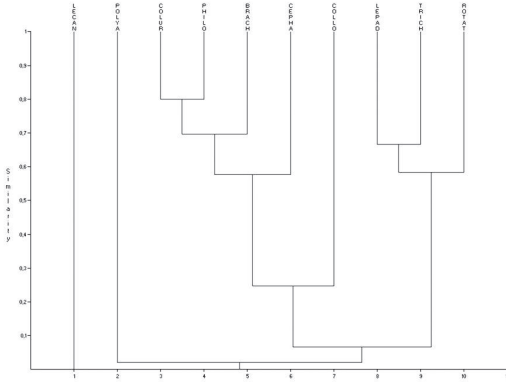
Figura 6. Resultados índice de diversidad de Margalef, II fase.

Diversity								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Taxa	5	2	3	3	3	4	1	4
Individuals	5	2	3	3	3	4	1	4
Dominance	0,2	0,5	0,333333	0,333333	0,333333	0,25	1	0,25
Shannon indx	1,6094	0,69315	1,0986	1,0986	1,0986	1,3863	0	1,3863
Simpson indx	0,8	0,5	0,66667	0,66667	0,66667	0,75	0	0,75
Menhinick	2,2361	1,4142	1,7321	1,7321	1,7321	2	1	2
Margalef	2,4853	1,4427	1,8205	1,8205	1,8205	2,164		2,164
Equitability	1	1	1	1	1	1	1	1
Fisher alpha	0	0	0	0	0	0	0	0

Aplicando el índice de Raup-crick (similitud) se reconocen tres grupos de especies de rotíferos con distribuciones espaciales próximas entre si: se observa similitud entre los géneros *Trichocerca* y *Lepadella* por su presencia en la zona 4 se adhiere a ellas con menor representatividad *Rotatoria*. *Brachionus*, junto a *Colurella* y *Philodina*, por su presencia en diferentes zonas en especial en

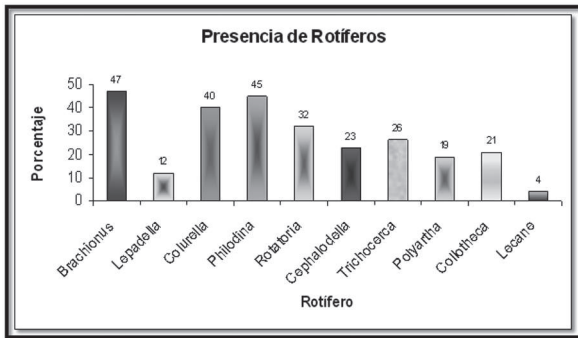
la zona 1. Las demás no muestran similitud entre especies.

Figura 7. Dendrograma índice de Raup-crick (similitud), II fase.



En forma general según el índice de Jaccard se puede apreciar que el rotífero *Brachionus* se presenta con una frecuencia relativa del 47%, *Philodina* con una presencia de 45%, seguida de *Colurella* con un 40% y *Rotatoria* con una frecuencia relativa de del 32%, *Trichocerca* con un 26%, *Cephalodella* con un 23%, *Collotheca* con un 21%, *Polyarthra* con un 19%, *Lepadella* con un 12% y *Lecane* con solo un 4%.

Figura 8. Distribución de los rotíferos en la Laguna.



La presencia de los rotíferos según las zonas se aprecia en las Figuras 9 y 10.

Figura 9. Presencia de los rotíferos por zonas en la laguna.

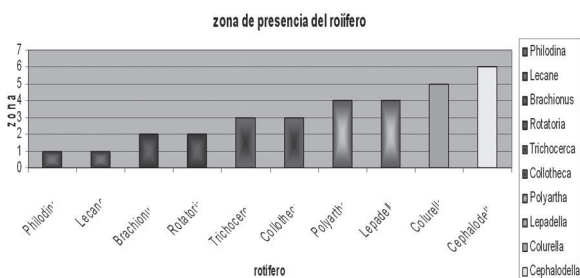
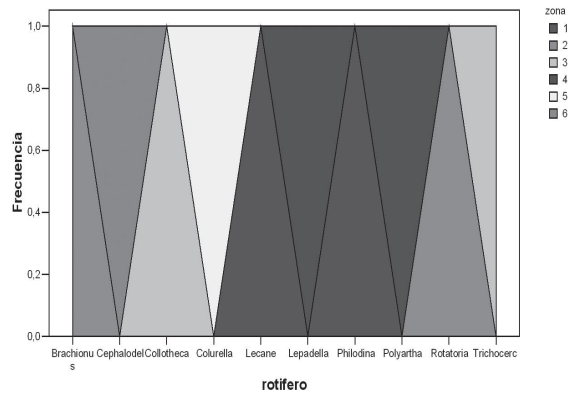
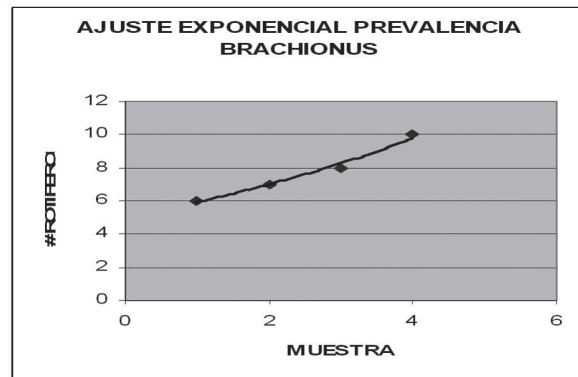
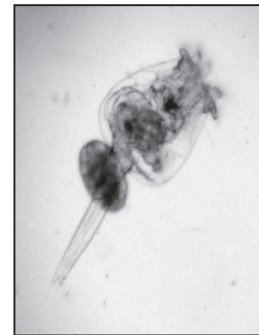


Figura 10. Rotíferos por zonas en la laguna.



Utilizando el análisis estadístico para determinar la población de los rotíferos, se obtuvieron los siguientes modelos ver figura 11,12 y 13.

Figura 11. Modelo exponencial prevalencia de *Brachionus*



Promedio: 7,75

Desviación: 1,70782513

$$y = 5,02e^{0,1666x}$$

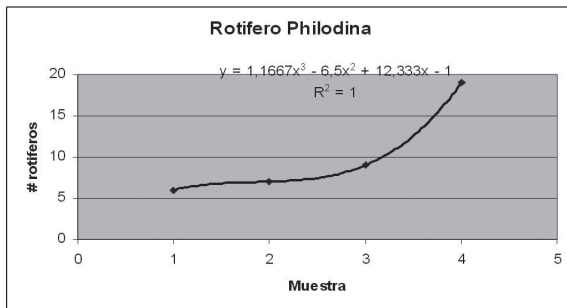
$$R^2 = 0,9872$$

$$y = N \text{ Rotíferos}$$

$$x = t \text{ Tiempo}$$

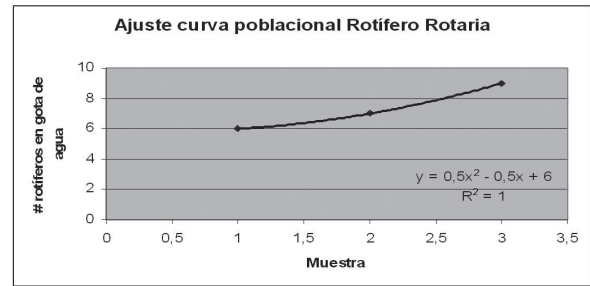
En una muestra en promedio se encuentran ocho rotíferos *Brachionus sp* con una desviación de 1,7 rotíferos. La ecuación de regresión en presencia constante del rotífero sigue una función exponencial $y = 5,02e^{0,1666x}$ la cual permite predecir el número de rotíferos en un tiempo por semanas.

Figura 12 Modelo exponencial presencia de Philodina



En las muestras no se observó presencia del rotífero *Philodina sp* en las zonas 3 y 7. Su presencia es estable y permanente en la zona 1. Con un 95% de confiabilidad, puede apreciarse un ajuste potencial de orden cuatro para el rotífero *Philodina*, la ecuación $y = 1,1667x^3 - 6,5x^2 + 12,333x - 1$ permite determinar el número de rotíferos “y” en un tiempo “x” (meses).

Figura 13 Modelo curva poblacional del rotífero Rotaria.



Con un 95% de confiabilidad, puede apreciarse un ajuste potencial de orden cuatro para el rotífero *Rotaria sp*, la ecuación $y = 0,5x^2 - 0,5x + 6$ permite determinar el número de rotíferos “y” en un tiempo “x” (meses). Este rotífero prevalece en la zona 2.

Mediante la aplicación de la bioestadística, se determinó una relación de presencia o ausencia de la población rotíferos por zonas de la laguna. Claramente se reconocieron en la I fase de la investigación, tres grupos de rotíferos con distribuciones espaciales próximas entre sí: *Lepadella sp* y *Colurella sp* por su presencia en la zona 4, *Brachionus sp*, *Philodina sp* y *Colurella sp*, por su presencia en diferentes zonas en especial las zonas 1 y 2. *Lepadella sp* y *Colurella sp* con *Trichocerca sp* son semejante por encontrarse en la zona 3. Las demás no mostraron similitud en su distribución espacial. Cabe resaltar que *Rotatoria sp*, es disímil con las demás con respecto a su ubicación en la laguna. En la II fase: se observó similitud entre los géneros *Trichocerca* y *Lepadella* por su presencia en la zona 4 y se adhiere a ellas con menor representatividad el género *Rotatoria*. *Brachionus*, junto a *Colurella* y *Philodina*, guardan similitud por su presencia en diferentes zonas y en especial en la zona 1. Las demás no muestran similitud entre especies. Los géneros con mayor presencia correspondieron a *Brachionus*, *Philodina*, *Rotaria* y en menor cantidad *Lecanidae*. Con respecto a las zonas de muestreo las de mayor presencia de rotíferos fueron las zonas 2,3 y 4.

Conclusiones

La laguna fue se dividida en ocho zonas para su estudio. La flora y fauna encontrada guarda con gran afinidad con el ecosistema de la rivera del río Pamplonita. La evaluación fisicoquímica del

agua de la laguna la cataloga como no apta para consumo.

En la laguna del parque recreacional se identifican seis familias de rotíferos: Brachionidae, Philodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Collotheidae, Lecanidae y diez géneros: Brachionus, Lepadella, Colurella, Philodina, Rotatoria, Cephalodella, Trichocerca, Polyartha, Collotheca, y Lecane, los cuales son típicos de ambientes acuáticos donde existe abundante vegetación y materia orgánica.

Los índices utilizados y su análisis estadístico determinan que los rotíferos que habitan la laguna del parque recreacional se encuentran distribuidos de la siguiente manera, en mayor proporción Brachionus y Philodinidae y en menor cantidad Lecanidae y las zonas 2,3 y 4 son las de mayor presencia de rotíferos.

La frecuencia de los rotíferos encontrados en las ocho zonas, la clasifican el agua de la Laguna como beta mesosaprobia, siendo de contacto secundario para fines recreativos.

La aplicación de índices y manejo software PAST y SPSS para el análisis estadístico, permiten mejorar la praxis pedagógica del tema phylum rotífero en la zoología de invertebrados de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Agradecimientos

Como directora y autora del proyecto agradezco, a los coautores que brindaron grandes aportes en recolección y análisis de la información: profesora de la UFPS M.Sc Yaneth Amparo Muñoz Peñaloza, profesora de la UFPS M.Sc Mawency Vergel, al profesor M.Sc. Joaquín Martínez. Agradezco a los asesores: Tecnólogo de CORPONOR Carlos Hernández, Jorge Corredor asistente Laboratorio de Aguas; a los estudiantes de Licenciatura en Biología y Química de la UFPS: Diana Carolina Hernández Bohórquez, Moisés González Carrillo, Wilmer Antonio Rivera Bonilla, Omar Acevedo, Orlanda Caicedo y Emerson Castillo que participaron en el desarrollo del proyecto, al grupo de investigación Majumba, a María Gabriela Zanguitu Muñoz y a la Universidad Francisco de Paula Santander por el apoyo a los grupo de investigación.

Bibliografía

Arteaga, G. y Herrera, M. (2005) *Rotíferos módulo diversidad animal I*.

[Documento en Línea]. Disponible: <http://biologia.iztacala.unam.mx/>

[biblioteca_en_linea/zoología/rotíferos_slide000](#) [Consulta: 2010, Agosto5]

Barnes. (1995). *Zoología de los invertebrados*. México: Mc Graw-Hill.

Conde, Ramos y Morales. (2004) *El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lenticos ecosistemas* [Documento en Línea] Disponible: www.aeet.org/ecosistemas/042/investigacion3.htm [Consulta: 2010, Febrero 12]

CORPONOR. (2010). *Programas y proyectos*. [Documento en Línea]. Disponible: www.corponor.gov.co/ [Consulta: 2010, Agosto 6]

Decreto No. 1594 (*Por el cual se establece usos del agua y residuales*)

(1984, Junio 26) [Documento en Línea] Disponible: [190.248.12.189/LinkClick.aspx?](http://190.248.12.189/LinkClick.aspx?fileticket=w69SVs23bEU%3D&tabid=654)

[fileticket=w69SVs23bEU%3D&tabid=654](#) [Consulta, 2010, Aagosto 4]

Gardiner, (1978) *Biología de los invertebrados*. Barcelona: Omega.

Hickman. (1995) *Zoología principios generales*. Madrid: Interamericana

Iafrancesco. (1997) *Aportes a la didáctica constructivista de las ciencias naturales*. Santafé de Bogotá: Libros y Libres.

Needham, y Needham, (1982) *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Barcelona: Reverté.

Ramírez. (1998) *Ecología aplicada*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá.

Streble y Krauter, (1987) *Atlas de los microorganismos de agua dulce*.

Barcelona: Omega.

Marcano. (2004) *Ecología de las aguas dulces*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.jmarcano.com/nociones/index>. [Consulta: 2010, Agosto5].