

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la calidad del agua con los parámetros físicos - químico del arroyo Aguapey (Itapúa). Para ello se consideraron los parámetros fisicoquímicos utilizando el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA) y la resolución N° 222/02 de la Secretaria del Medio Ambiente. Se realizaron los muestreos entre julio de 2012 y febrero de 2013, en cuatro estaciones a lo largo del curso. Del análisis de los datos obtenidos se determinó que las aguas del arroyo Aguapey se encontraron en la categoría de aguas turbias (medianamente contaminada con materia orgánica) en primavera y verano, siendo las estaciones uno y dos las más afectadas debido a las actividades agropecuarias y urbanas.

Palabras claves: Agua, calidad, físicos químicos, Aguapey.

Abstract

The objective of this study was to analyze the water quality physical parameters - chemical Aguapey (Itapúa). This is considered the physicochemical parameters using the Simplified Index of Water Quality (ISQA) and Resolution No. 222/02 of the Ministry of Environment. Samplings were performed between July 2012 and February 2013, at four stations along the course. From the analysis of the data was determined that the stream waters are moderately contaminated Aguapey being upstream stations most affected due to agricultural and urban activities.

Keywords: Water quality, physical chemists, Aguapey

¹Mg. en Gestión Ambiental - Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Itapúa, Paraguay

mail: alonsodjorge@gmail.com

Recibido: 02/10/13 Aceptado: 22/10/13

Introducción

El recurso hídrico es un elemento ineludible en el desarrollo de las sociedades humanas. Desde tiempo atrás, el uso de este recurso ha estado creciendo en forma exponencial con los consecuentes problemas de contaminación. Dicha contaminación se traduce en cambios significativos en los cuerpos de agua y la diversidad biológica, presentes en el sitio tales como el arroyo Aguapey área de estudio de esta investigación. En la actualidad se han desarrollado diversas técnicas para evaluar los efectos de las acciones humanas que presentan un impacto negativo en el ecosistema acuático y posteriormente en la salud humana. Una de las técnicas es la medición de características físico químicas que indican el estado de la calidad de la misma comparados con parámetros basados en límites admisibles generalmente. Como lo

mencionaron, Bustamante et al. (2002), el uso del índice simplificado del agua (ISQA) es de gran interés ya que permite obtener resultados fiables de una forma rápida y económica, muy adecuado para su aplicación, siendo una herramienta útil para conocer el estado de la calidad de las aguas e identificar fuentes de contaminación.

El arroyo Aguapey es uno de los efluentes del río Paraná, ubicado en el departamento de Itapúa de la Región Oriental del Paraguay, tiene las características de un río o arroyo de planicie cuya nacimiento se encuentra en los límites de los Distritos de General Delgado, Coronel Bogado y General Artigas realizando un recorrido de 52 km, antes de desembocar en el río Paraná (Figura N° 1). Su curso fue afectado por el embalse de la Hidroeléctrica

Yacyreta, siendo desviado por un canal de 12,5 km aproximadamente, para finalmente desembocar en el Brazo Aña Cua del Río Paraná. Está ubicado dentro de una cuenca donde se realizan diversas actividades como la pesca, la agricultura, pastoreo, recreación y turismo que dependen de los recursos naturales. Dado que, la existencia de aguas limpias está relacionada con el mantenimiento de ecosistemas sanos, es importante conocer el estado de calidad del arroyo para su uso sustentable. Por lo

tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar la calidad del agua teniendo en cuenta los parámetros físico-químicos, utilizando el Índice Simplificado de Calidad de Aguas ISQA y parámetros de la Resolución 222/02 de la Secretaría del Ambiente. La investigación fue realizada en el contexto de maestría en Gestión Ambiental realizada por la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Itapúa.

Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en cuatro estaciones de muestreo del arroyo Aguapey (figura N° 1) en diferentes periodos del año (invierno, primavera y verano) para una representación en el tiempo y espacio de la situación ambiental del arroyo. Las puntos de muestreos fueron establecidos en: Estación 1 (E1) Latitud: 27°04'089, Longitud: 56°43'741; la estación 2 (E2) Latitud: 27°08'264. Longitud: 56°17'481; la estación 3 (E3) Latitud: 27°18'567, Longitud: 56°23'271; la Estación 4 (E4) Latitud: 27°21'663 Longitud: 56°37'777.

Los criterios de elección de puntos de muestreo han sido los siguientes: accesibilidad para la toma de muestra considerando las vías de acceso; distancia entre una estación y otra de modo a obtener mayor representatividad del trayecto total del arroyo; consideraciones ecológicas y económicas tales como, tipo de actividades en las zonas aledañas, cruce por zonas urbanas, posibles puntos de descargas entre otras. En cada punto de muestreo asignado para la toma de análisis físico-químicos se extrajo: a) ½ litro de agua en envases de plástico para las medición de N-Nitrato; b) 1 litro de agua en envases de boca ancha para la medición de Oxígeno Disuelto (OD) y Demanda Química de Oxígeno (DQO); y c) ¼ litro de agua en envases de vidrio opaco para la medición de Fósforo Total, d) ½ litro de agua en envase de plástico para la medición del Sólido en Suspensión Total (SST), pH y Turbidez. Las muestras destinadas a la medición del N-Nitrato y Fosfatos permanecieron refrigeradas, mientras

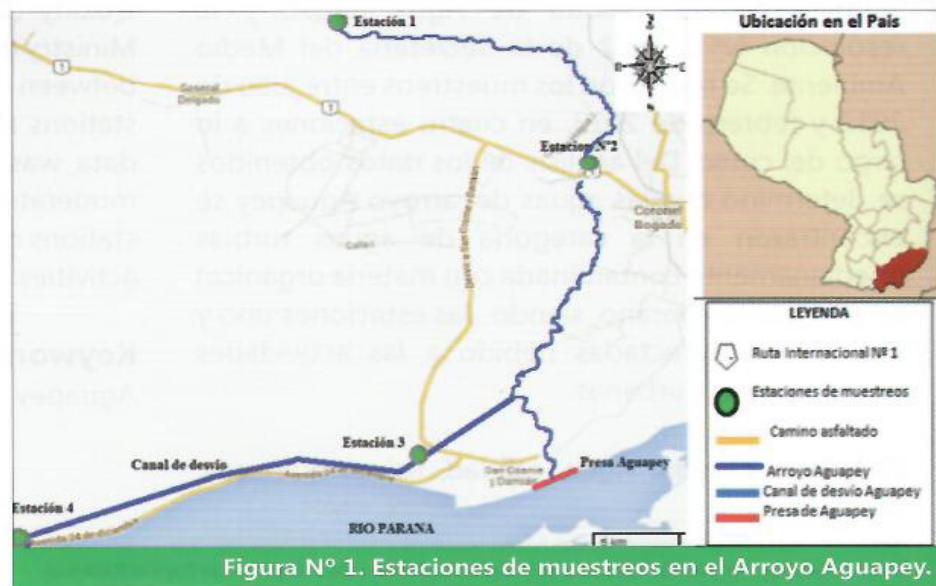


Figura N° 1. Estaciones de muestreo en el Arroyo Aguapey.

que la de Oxígeno Disuelto, DQO y SST a temperatura ambiente, hasta la entrega de las mismas al laboratorio, en un periodo menor a 24 hs. La temperatura se determinó con sensores digitales en el momento de muestreo. Posteriormente se procedió a calcular la calidad de agua en el arroyo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el campo y laboratorio de los parámetros físico-químicos en las diferentes estaciones y periodos, utilizando el ISQA; para los considerados al margen del ISQA, se utilizó la resolución de la SEAM 222/02 (SEAM, 2002). La ecuación utilizada para definir el ISQA es la siguiente:

$$ISQA = E \cdot (A + B + C + D)$$

En donde: Los valores de E, A, B, C y D son calculados mediante fórmulas dependientes de los parámetros que se miden en el curso: el parámetro E es función de la temperatura del curso, el A es función de la demanda química orgánica según la oxidabilidad al

permanganato (DQO-Mn), el B de los sólidos suspendidos totales, el C del oxígeno disuelto y el D de la conductividad eléctrica. Para realizar la clasificación de la calidad del agua según el valor numérico del ISQA se utilizó el cuadro N° 1 propuesto por Queralt 1995, teniendo en cuenta las características que debe presentar el recurso hídrico de acuerdo al uso que se destine, esta clasificación también fue utilizada en los cauces hídricos de 75 localidades de Uruguay (Colman & Bellagomba, 2006) la cual es la que se toma como referencia para este trabajo.

Cuadro N° 1: Clasificación de la calidad de las aguas y sus usos de Queralt (1995). Fuente. Citado en Colman & Bellagomba (1996).

Indice de Calidad	Usos	Propiedades del agua	COLOR DE REFERENCIA
85 - 100	Todos los usos	Aguas de montaña o muy claras.	AZUL
75 - 85	Natación	Aguas claras.	CELESTE
60 - 75	Pesca	Aguas turbias.	VERDE
45 - 60	Navegación	Aguas sucias.	VERDE CLARO
30-45	Riego por inundación	Aguas deterioradas.	NARANJA
15-30	Riego de árboles	Aguas residuales diluidas.	ROSADO
0-15	No puede usarse. Peligro.	Aguas residuales.	ROJO

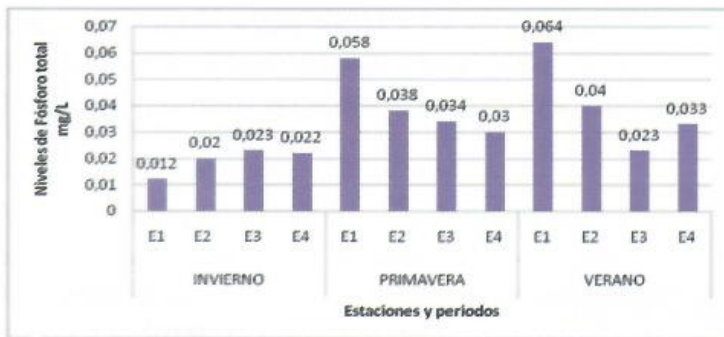
En los periodos de primavera y verano los resultados de los análisis fisicoquímicos, demostraron una notable diferencia en el DQO, entre la E1 y las otras estaciones, de igual manera que la concentración de oxígeno disuelto. Es importante recordar que según la Generalitat de Valencia (2007), el DQO permite medir la cantidad de compuestos orgánicos o sales minerales oxidables presente en el agua. La disminución de la concentración de oxígeno en la E1 se debería a la elevada concentración de materia orgánica presente en el agua. Los valores del pH, Nitrato y Turbidez se encuentran dentro del rango de clase 2 de calidad de agua según la Resolución N° 222/02 de la SEAM. Siendo el rango para el pH de 6 a 9, la E1, en los tres periodos se encontraba con un pH cercano al mínimo inferior, por lo que existe una gran posibilidad que cualquier cambio en alguna otra variable podría dejar a esta estación fuera de los límites permisibles. De igual manera, la E1 fue la que presentó mayores niveles de turbidez, que en verano llegó a 33,5 UTM, estos están relacionados en forma directamente proporcional con los sólidos en suspensión, llegando en el mismo periodo a 16,9 mg/L.

Es importante tener en cuenta que en primavera y verano existía mayor actividad agropecuaria, específicamente cultivos de arroz en la zona alta de la cuenca, donde se realizaba la siembra y cosecha, teniendo en cuenta que según la Global Consultores - EBY (2013), estas plantas presentan la capacidad de absorber oxígeno del agua, desarrollándose estas actividades en suelos de planicie aluvial, específicamente Aquic Kanduidult, con valores de

Cuadro N° 2: Resultados de los análisis fisicoquímicos en las diferentes estaciones y periodos del estudio. Fuente: Propia

Parámetro fisicoquímicos	Unidad	INVIERNO				PRIMAVERA				VERANO			
		E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
Temperatura	°C	13,8	12,9	16,4	17,8	27,4	28,3	28,9	28,7	27	29	30	28,4
Conductividad	uS/cm	20,4	27,3	44,6	50,5	42,9	34,8	45,8	42,6	38	33,1	37,5	47,8
Sólidos suspendidos	mg/L	3,7	3,3	0,7	1,2	1,8	1,5	1,7	1,2	16,9	3	0,8	1,5
Oxígeno disuelto	mgO ₂ /L	8,2	8	8,8	8,5	5,6	6,3	6,1	6,4	5,3	6,1	8,6	7,3
D.Q.O.	mgO ₂ /L	20,44	30,44	23,9	18,7	50,77	25,39	23,39	17,69	47,9	30,28	25,35	19,01
pH	UpH	6,2	6,6	7,3	7,2	6,3	6,7	7,4	7,4	6,1	6,65	7,79	7,23
Turbidez	UTM	4,77	12,6	5,02	7,75	17,1	6,47	2,55	7,08	33,5	6	2,5	5,7
Nitrato	mgN/L	0,012	0,014	0,02	0,102	<0,010	0,038	<0,010	0,067	<0,010	<0,010	<0,010	0,067

pH bajos (4,21 a 4.9 UpH) y con elevado contenido de materia orgánica que por efectos de la erosión afectan directamente a la calidad de agua. Estos suelos tienen bajo contenido de fósforo y micronutrientes, razón por la cual se suele incorporar abono para el cultivo. En la figura 2 se puede observar los resultados de concentración de fósforo total en las diferentes estaciones y periodos, se puede notar que los valores más elevados se encontraron en la E1, en primavera y en verano, superando el valor límite de 0,05 mg/L de fósforo, que según la resolución N° 222/02 de la SEAM, está dentro de la clase III, es decir solo se puede utilizar para recreación de contacto secundario, no recomendándose para cria de especies destinadas a la alimentación humana, ni la natación. Si los niveles de fósforos siguen aumentando, se podría incrementar la cantidad de macrofitas flotantes.



A continuación en la figura N° 3 se representa las diferentes calidades de agua según el ISQA del arroyo en las estaciones y periodos en que se desarrollo el presente trabajo, como se puede ver la calidad fue variando en el transcurso del tiempo, ya que en invierno todas presentaban "aguas muy claras", es decir excelente, limpias, de bajo contenido orgánico, pudiendo ser tener todos los usos; en primavera, las tres primeras estaciones bajaron a "aguas turbias", teniendo contenido orgánico y mineral significativo, recomendándose actividades como la pesca, no así la natación; y la E4 a "Aguas claras", siendo todavía limpias y fácil de potabilizar, pudiéndole dar un uso de natación; en verano la E3 nuevamente aumentó a la calidad "aguas claras".

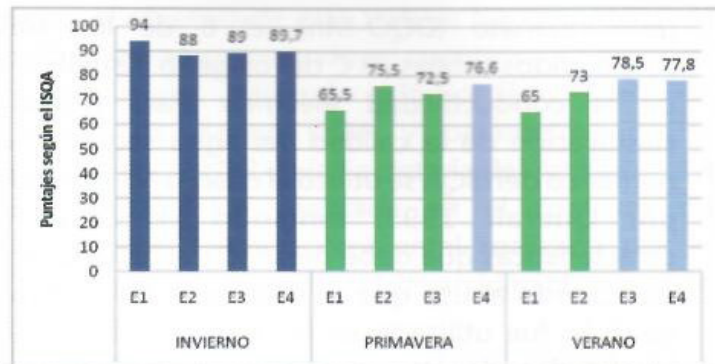


Figura N° 3. Calidad de agua según el ISQA del Arroyo en las estaciones y periodos.

Es importante considerar que cerca de la Estación N° 2 se encuentra la desembocadura del arroyo Cai Puente, que atraviesa el casco urbano, estaciones de servicios, lavaderos de vehículos e industria aceitera de la ciudad de Coronel Bogado.

Conclusiones

Al analizar los indicadores físicos químicos del agua del arroyo Aguapey, aplicando el ISQA, los parámetros fueron cambiando a través del transcurso del tiempo, dando como resultado que el arroyo Aguapey se encontró dentro de la categoría de aguas turbias (medianamente contaminado con materia orgánica), no recomendado para el uso de natación, durante los periodos primavera y verano, siendo las aguas de las estaciones N° 1 y N° 2, las más afectadas por las actividades agropecuarias y urbanas. El ISQA es una herramienta útil para el monitoreo y gestión de cuencas y micro cuencas por personal técnico, con un importante ahorro económico y de tiempo.

Agradecimientos

al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnologías (CONACYT), por los aportes económicos para realizar la Maestría y el presente trabajo. A la Entidad Binacional Yacyreta por los permisos correspondientes para la toma de muestras e información.