

**Resultados  
Preliminares del  
Proyecto de  
Investigación  
«Identificación y  
Prueba de  
Bioindicadores y  
Recuperadores para  
la Descontaminación  
de la Cuenca Alta del  
Rio Bogotá»**

---

JULIA SIERRA PLAZAS, Ms.C \*

## INTRODUCCIÓN

Conscientes que la apertura al nuevo milenio conlleva a ofrecer nuevas disciplinas para enfrentar los adelantos científicos y tecnológicos, la construcción de nuevas y mejores instalaciones, el desarrollo de proyectos de investigación que involucren no sólo la participación de docentes y estudiantes de diferentes facultades, sino también entidades nacionales e internacionales; las facultades de Ingeniería y Biología Aplicada, de la Universidad Militar "Nueva granada" han venido desarrollando algunas investigaciones en diferentes áreas, por mencionar algunas: Fractales, Polinización por insectos, Identificación de bioindicadores de contaminación en corrientes hídricas, Desarrollo de un sistema para la eliminación de metales pesados en aguas, etc.

Actualmente los programas de Ingeniería Civil y Biología Aplicada están trabajando en la identificación y prueba de bioindicadores y recuperadores para la descontaminación en una subcuenca de la cuenca alta del río Bogotá, localizada en Villa Pinzón.

---

\* Ingeniera Química, Magíster en Biotecnología. Docente de las Facultades de Ciencias e Ingeniería.

## METODOLOGÍA

La cuantificación de los parámetros físico-químicos permite determinar la calidad de los diferentes cuerpos de agua que puede variar por procesos urbanos, industriales, agrícolas y naturales que aportan materiales orgánicos e inorgánicos alterando las condiciones naturales del sistema. Los elementos químicos no se encuentran aislados en el medio natural sino están combinados, formando ácidos, sales, y bases que se disocian en diversos iones cuando se disuelven en el agua.

Para la caracterización del agua se han seleccionado algunos parámetros fisicoquímicos como son: Temperatura, pH, Conductividad, Turbiedad, Nitrógeno Amoniacal, Nitritos, Nitratos, Acidez, Alcalinidad y DBO5.

Para este estudio se han tenido en cuenta tres estaciones de muestreo con el fin de caracterizar el agua de esta zona. La estación uno (E1) esta localizada antes de Villa Pinzón, (al Sur de Tunja) la estación dos (E2) 4 Km después de Villa Pinzón y la estación tres (E3) en el Campus de la UMNG, entre Cajicá y Zipaquirá. Aunque esta estación no está dentro de la cuenca de Villa Pinzón se tiene en cuenta para control de mediciones.

### *Mediciones Físico-Químicas:*

Se hacen mediciones in-situ para determinar pH, Temperatura, Conductividad, Turbiedad y Oxígeno Disuelto.

Se toma una muestra de agua y se analiza la concentración de Nitrógeno Amoniacal, Nitritos y Nitratos.

Los análisis de Acidez, Alcalinidad, DBO5, Cloruros y Sólidos Suspendidos; se realizan en el laboratorio de la Universidad. La muestra se almacena en un frasco utilizando el método de muestra compuesta, ese decir se toman 300 mL cada media hora por espacio de dos horas.

Los equipos utilizados para las mediciones son: medidor de Oxígeno Disuelto, pHmetro, Conductímetro, Turbidímetro y Titulador Automático.

## ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El semestre pasado se realizaron seis salidas a campo correspondientes a las fechas: Mayo 19, Junio 2, Junio 7, Junio 15, Junio 22, Junio 29; en la primera salida se escogieron los sitios de muestreo, y en las siguientes se establecieron las técnicas de muestreo, se calibraron los equipos que se utilizan tanto in situ como en el laboratorio, y se realizaron análisis de muestras en las tres estaciones.

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

### *Estación 1:*

La temperatura promedio es de 12°C.

La turbiedad varía de 4.44 a 8.83 unidades nefelométricas (UNT).

El pH se encuentra más o menos en 6.55 unidades de pH rango permisible (de acuerdo a las normas de calidad del agua), el agua no es ni ácida ni básica.

La conductividad se mantiene estable en 0.02 milisimens (mS).

Los cloruros presentan un comportamiento similar al de la turbiedad, varía entre 2.1 y 6.83mg/L.

### *Estación 2:*

En este punto el río ya ha recibido las descargas de las aguas servidas de Villa Pinzón, y las aguas industriales provenientes de las curtiembres.

La temperatura en esta estación es más alta con respecto a la estación 1 y varía entre 13 y 15.7°C. La turbiedad aumenta debido a la presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos suspendidos y microorganismos, varía de 9.5 a 40 UNT, se nota un aumento considerable en Junio 22 y Junio 29, en las cuatro fechas anteriores se mantuvo estable.

El pH en esta estación también fluctúa y varía en un rango más amplio, está entre 6.3 y 7.52 unidades de pH.

La conductividad incrementa debido a que la concentración de sales y sólidos disueltos es mayor; fluctúa de 0.03 a 0.27mS.

Los cloruros se mantuvieron estables en 47.14 y 47.78mg/L.

El Nitrógeno Amoniacal presenta una variación bastante disímil en comparación con los cloruros.

**Estación 3:**

La temperatura en Mayo 19 presenta un valor de 19.2°C y disminuye paulatinamente hasta llegar a un valor de 15.7°C en Junio 29.

La conductividad varía de 0.16 a 0.25mS, llegando al valor máximo en Junio 29. De Mayo 19 a Junio 7 aumenta de 0.15 a 0.24mS.

La turbiedad presenta una alta variabilidad.

El pH fluctúa en un rango de 5.6 a 6.87 unidades de pH.

La variación del Nitrógeno Amoniacal es muy marcada, presenta incrementos y decrementos abruptos, se tiene un máximo en Junio 2 de 1.2mg/L y un mínimo de 0.1mg/L en Junio 7.

Los cloruros varían de 22.08 a 70.2mg/L. En mayo 19 y Junio 2 se tienen valores de 22.08 y 26.9mg/L, en junio 29 se alcanza el valor máximo de 70.2mg/L.

En este semestre se han realizado tres salidas a campo en las fechas: Agosto 31, Septiembre 13 y Septiembre 28.

En las siguientes figuras se puede observar el comportamiento de los parámetros para cada estación.

**Estación 1:**

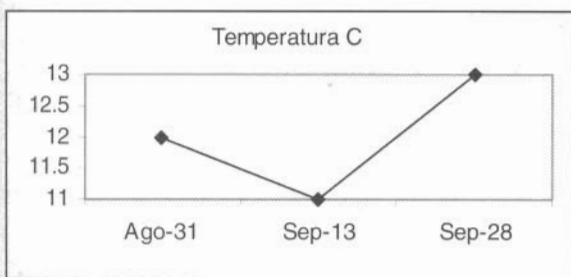


Fig. 1

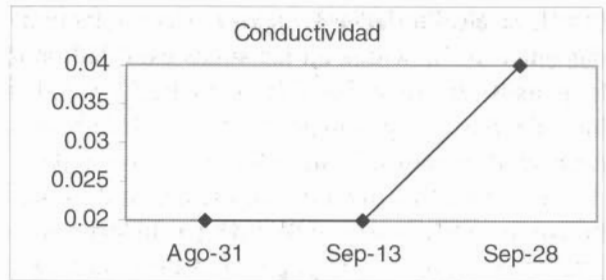


Fig. 2

La temperatura para este periodo varía de 11 a 13°C, la conductividad se mantiene estable, en Septiembre 28 incrementa 0.02 unidades, se considera un aumento mínimo.

La turbiedad presenta una disminución considerable en Septiembre 28, probablemente en esta fecha no hubo descargas considerables de las curtiembres.

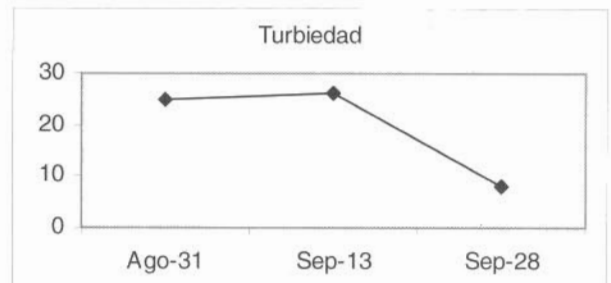


Fig. 3

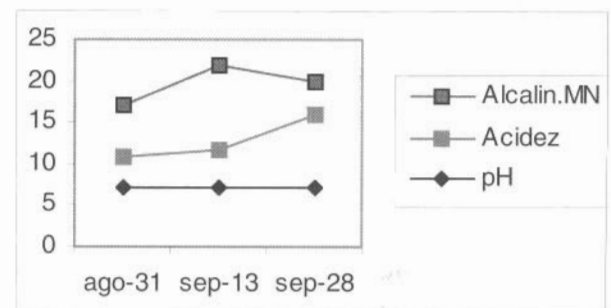


Fig. 4

El pH, la alcalinidad y la acidez están relacionadas entre si. La acidez en las aguas está dada por la presencia de ácidos fuertes ( $\text{CO}_2$ ) y sales hidrolizadas que producen ácidos. Se refiere a la capacidad de neutralizar los iones hidroxilo ( $\text{OH}$ ).

La alcalinidad es debida a la presencia de iones hidroxilo ( $\text{OH}$ ), carbonato ( $\text{CO}_3$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ). Se refiere a la capacidad de neutralizar iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ).

La acidez es menor que la alcalinidad, luego el agua es más básica que ácida y está en un rango de pH normal.

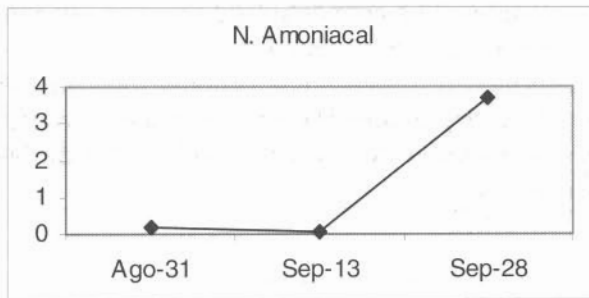


Fig. 5

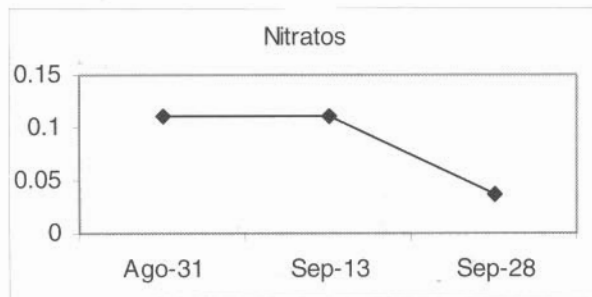


Fig. 6

El Nitrógeno Amoniacoal y los nitratos presentan un comportamiento inverso, el Nitrógeno Amoniacoal inicia en valores muy bajos y aumenta y los nitratos inicia en un valor de 0.1 y disminuye.

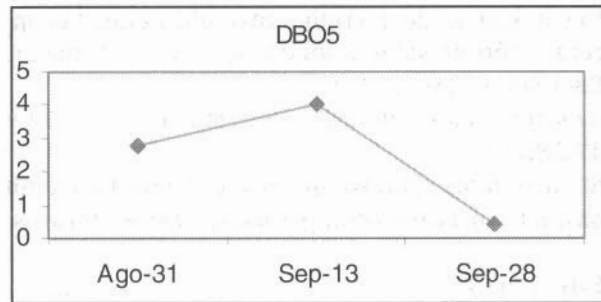


Fig. 7

La  $\text{DBO}_5$  aunque presenta una variación marcada, para esta estación se mantiene en menos de 5.0mg/L.

*Estación 2:*

La temperatura y la conductividad presentan una baja variabilidad.

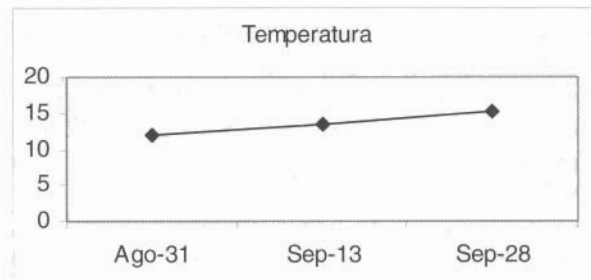


Fig. 8

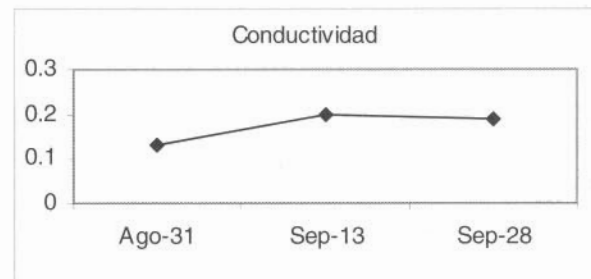


Fig. 9

La turbiedad en esta estación presenta un valor muy alto en Agosto y disminuye fuertemente en Septiembre llegando a valores muy bajos.

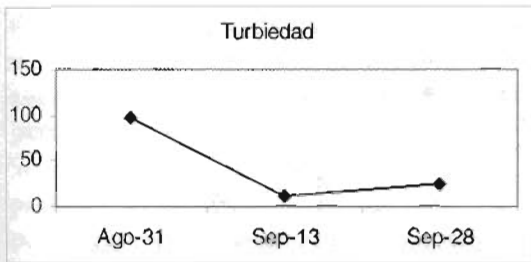


Fig. 10

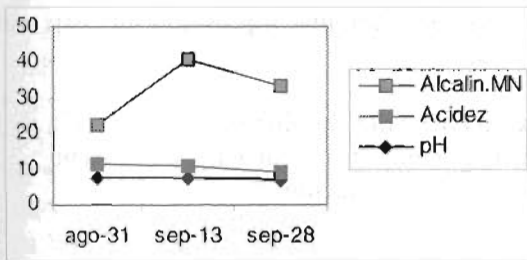


Fig. 11

La acidez varía poco y se tienen valores por debajo de 12 mg/L CaCO<sub>3</sub>, la alcalinidad presenta una alta variabilidad y es mayor que la acidez.

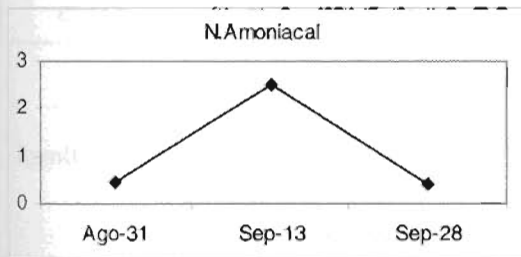


Fig. 12

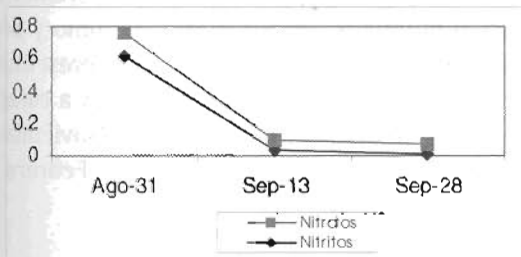


Fig. 13

El Nitrógeno Amoniacal alcanza un pico máximo y nuevamente vuelve a disminuir. La concentración de nitritos es menor que la de los nitratos.

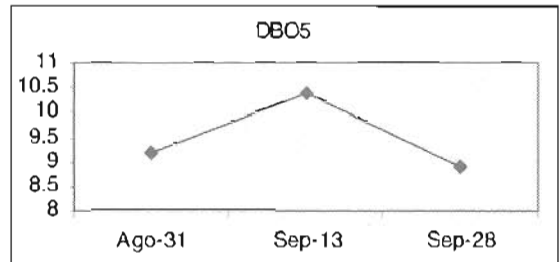


Fig. 14

La DBO<sub>5</sub> presenta un comportamiento similar al de Nitrógeno Amoniacal.

Estación 3:

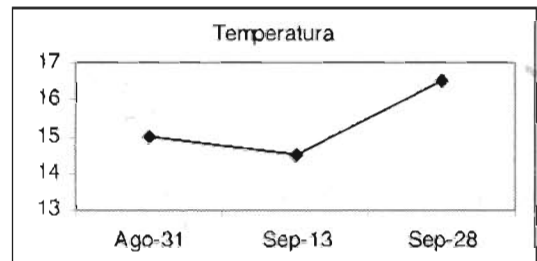


Fig. 15

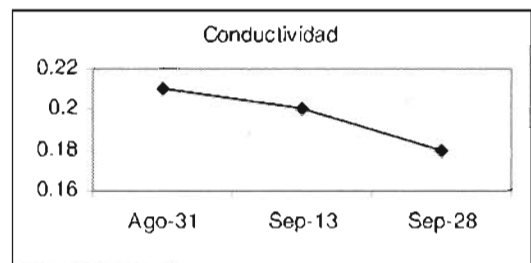


Fig. 16

La temperatura tiene un comportamiento fluctuante.

La conductividad alcanza el valor más alto en Agosto y luego disminuye paulatinamente.

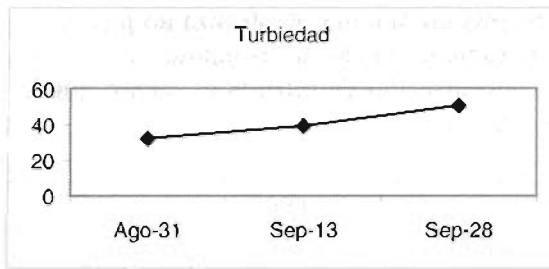


Fig. 17

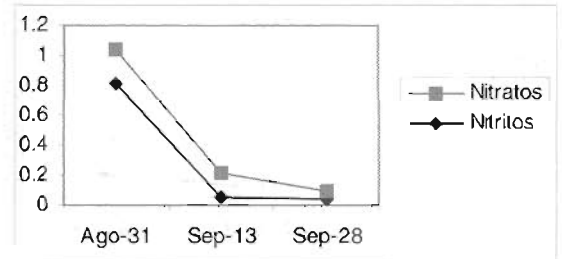


Fig. 20

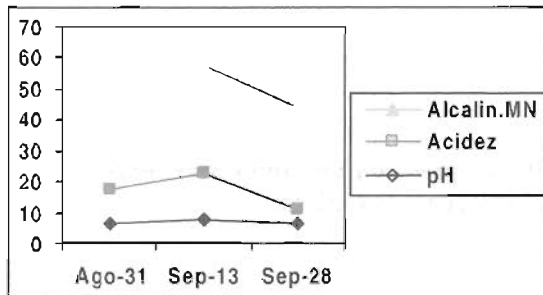


Fig. 18

La variación de la turbiedad es moderada en Agosto y Septiembre 13; se alcanza el máximo valor en Septiembre de 50 UNT.

Tanto la alcalinidad como la acidez muestran el mismo comportamiento, su variación es similar, los valores de la acidez son menores que los de la alcalinidad; el pH oscila entre 5.5 y 7.5 unidades.

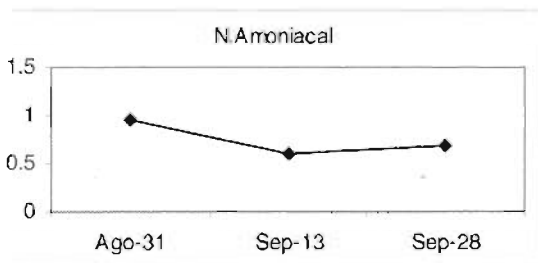


Fig. 19

El Nitrógeno Amoniaco presenta una baja variabilidad.

La concentración de nitritos es menor a la de nitratos, el comportamiento sigue el mismo modelo de la estación 2.

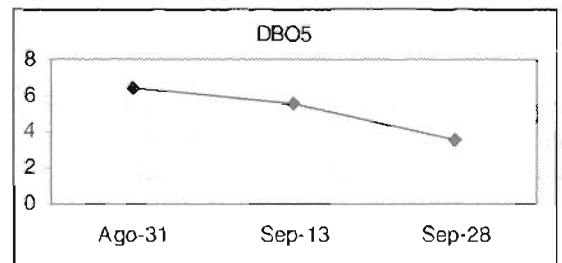


Fig. 21

La DBO<sub>5</sub> se mantiene por debajo de 8.0mg/L.

## CONCLUSIONES

1. Hasta el momento se han observado y analizado los cambios en los diferentes parámetros físico-químicos en los meses de Junio y Septiembre, resultados que no son representativos, se espera seguir con las salidas a campo durante los meses de Octubre y Noviembre; quedando pendiente la época de Febrero a Mayo de 2001.

2. Para la recopilación de datos es necesario tener en cuenta el periodo de invierno y verano, de este modo registrar más datos y completar la caracterización.
3. Se debe tener en cuenta otro parámetro importante, el caudal; de éste también dependen el comportamiento físico-químico del agua.
4. La conductividad es el parámetro físico que presenta mayor variabilidad.  
El pH es el más estable con respecto a las variables químicas, los nitritos y nitratos tienen un comportamiento similar en las estaciones 2 y 3.  
El Nitrógeno Amoniacal es el parámetro químico de mayor variabilidad.  
La  $DBO_5$  no excede de 11.0 mg./L en las tres estaciones de muestreo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ESCRITT, Leonard B. Sewerage and sewage Treatment (1972).
2. NEMEROW, Nelson Leonard. Scientific Stream pollution Analysis.
3. Seminario Segundo Encuentro de Ríos , Lagos y lagunas de Colombia y del Mundo.
4. KEUP, Lowell E., INGRAM Willammarcus. Biology of Water Pollution (1970).
5. National Technical Advisory Committee to the Secretary of the Interior Washington. D.C, Water Quality Criteria (1972).
6. PESSON, P. Des eaux Continentals. Incidence sur les biocénoses aquatiques
7. Centre Technique de L'Enseignemen de la Communaute, Ecologie Des Eaux Courantes.
8. SNOEYINK, Jenkins, Química del Agua.
9. HENRY. Environmental Science and Engineering.

### *Alumnos que han participado en el proyecto:*

#### Ingeniería Civil:

- Guillermo Toro
- Jorge Mora
- Pedro Porras
- Elber Rivera
- Gloria Martínez
- Lida Pineda

#### Biología Aplicada:

- Camilo López
- Natalia Chavarro
- Zabrina Acosta
- Carol Forero



Foto: Trayecto navegable del Río Bogotá en Suesca (Cundinamarca)