

F-INV-05

**PRESENTACIÓN DE AVANCES PARCIALES DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

Nombre del proyecto

**Evaluación de la productividad de las aguas mediante parámetros fisicoquímicos para el conocimiento del estado de vulnerabilidad en el Río Bebedero, Guanacaste**

Código	013185
1. Vigencia del proyecto	I ETAPA 2017
2. Descriptores: Capacidad amortiguadora, cambio climático, pH, conductividad, alcalinidad	
3. Adscrito:	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

Dónde: 0510401006 Proyecto LARED

4. Responsable general del proyecto:

5. Participantes					
Nombre completo	Cédula	Grado académico	Correo electrónico	Jornada	Sede
María Fernanda Arias Araya	503570763	Licenciatura	mfarias@utn.ac.cr	¼ en jornada	Guanacaste

6. **Resumen ejecutivo:** Describa el cumplimiento del escenario logrado. Tome en cuenta la matriz de marco lógico en todo momento. Procure detallar en los avances y limitaciones que se presentaron vs lo esperado)

Uno de los principales impactos esperados del cambio climático son las modificaciones importantes en el régimen de lluvias, incluyendo su cantidad y distribución en el tiempo. Esto tendrá claramente un impacto sobre los recursos hídricos y provocará una adaptación de la dinámica del ciclo hidrológico, cambios en la calidad y cantidad que afectarán disponibilidad, estabilidad y utilización del recurso.

El Río Bebedero se encuentra en una de las zonas más secas del país, donde hay múltiples usos del agua y donde en verano muchos cultivos dependen del riego para su existencia. Existe un debate acerca de la asignación óptima del recurso, y acerca de cuáles usos deberían ser prioridad. Los datos sobre la calidad del agua son esenciales para el desarrollo sostenible, es por ello que la universidad emprendió a realizar una serie de medidas para generar conocimiento de la evaluación y protección de la calidad de las aguas. En razón de la importancia de esta provincia para el desarrollo del país, y debido a que la calidad del agua para consumo humano y otros usos, en conjunto con la disposición adecuada de excretas o aguas residuales, son esenciales para la salud, desarrollo económico, la calidad de vida de sus habitantes y la conservación del recurso.

La necesidad de realizar monitoreos al recurso hídrico establece una comparación, que permita a los diferentes actores involucrados en el manejo, vigilancia y control del recurso disponer de información relevante de fácil interpretación, para dar a conocer los cambios tanto a nivel espacial como temporal que se producen en el recurso, partiendo de su estado natural hasta el impacto por actividades antrópicas este proyecto busca evaluar la capacidad amortiguadora del Río Bebedero con el propósito de proponer los mecanismos o programas en función a la protección del recurso tanto para las actividades agropecuarias como la conservación de la biodiversidad.

Para la selección se tomó en cuenta los principales efluentes que drenan la cuenca según la red de monitoreo propuesta. Se seleccionaron 7 puntos de monitoreo sobre el Río Bebedero contemplando la representatividad de cada uno. Se referenciaron con un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS) para la generación de mapas de capacidad amortiguadora del río.

Se realizaron 4 monitoreos dentro del período de abril a diciembre. Para la medición de conductividad y pH se utilizó una Multisonda YSI 556 y un pH-metro conductímetro Thermo Orion 4Star con sus debidas calibraciones. La recolección y conservación de muestras se realizó siguiendo el procedimiento del Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. Las muestras fueron colectadas mediante un monitoreo puntual en los períodos descritos. En cada muestreo se recolectó muestras en botellas de plástico de 1 L previamente lavadas; las muestras fueron conservadas a temperaturas entre 4-10°C y transportadas el mismo día al laboratorio de Calidad de Aguas, LARED para sus respectivos análisis. Para la determinación analítica de alcalinidad, se realizó por medio de una titulación volumétrica. Se tomó una alícuota de la muestra y se agregaron unas 10 gotas de fenolftaleína. Posteriormente, para determinar la concentración de bicarbonatos, se adicionó 2 gotas de anaranjado de metilo y se tituló hasta que la coloración cambió de amarillo a anaranjado. En esta etapa se obtiene que existe diferencias significativas en los parámetros temperatura, conductividad, pH y alcalinidad entre cada sitio de muestreo. Se evidencia parcialmente que los parámetros en estudio de los puntos superiores del río está influenciada

por la escorrentía superficial, mientras que en los puntos inferiores por una combinación de escorrentía superficial e ingreso de contaminantes provenientes de fuentes antropogénicas puntuales.

Según los datos de alcalinidad se evidencia que el río Bebedero se encuentra en una categoría de productividad débil y productividad en su paso por la zona agropecuaria.

#### Cuadro de cumplimiento

Elemento		Indicador de logro	Indicadores objetivamente verificables	Fuentes de verificación	Grado de avance en porcentaje
Objetivo general	Evaluar la productividad de las aguas superficiales del Río Bebedero a través de parámetros fisicoquímicos para el conocimiento del estado de vulnerabilidad.	Datos obtenidos	Concentraciones obtenidas en los puntos de monitoreo.	Informe	100
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la variación entre la concentración de alcalinidad y conductividad en las aguas superficiales del Río Bebedero.</li> <li>2. Determinar la variación entre la concentración de alcalinidad y pH en las aguas superficiales del Río Bebedero.</li> <li>3. Determinar el Índice buffer en las aguas superficiales del Río Bebedero.</li> </ol>	Análisis de datos	Variaciones significativas entre alcalinidad y conductividad	Resultados estadísticos	100
Resultados (Productos esperados)	Influencia agropecuarias sobre el ecosistema (sensibilidad a impactos). Capacidad de amortiguamiento del cuerpo de agua.				
Actividades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acercamiento al Refugio de Vida Silvestre Cipanci.</li> <li>2. Realización de gira de reconocimiento de sitio.</li> <li>3. Localización de los puntos de monitoreo</li> <li>4. Coordinación de la frecuencia de monitoreo (mañana-noche)- mareas- Refugio</li> <li>5. Preparación de disoluciones para método de conductividad</li> <li>5. Realización de campañas de monitoreo</li> <li>6. Análisis de muestras en el laboratorio</li> <li>7. Cuantificación de resultados</li> <li>8. Análisis estadístico de las Variables en estudio</li> </ol>				

## 7. Listado de productos obtenidos

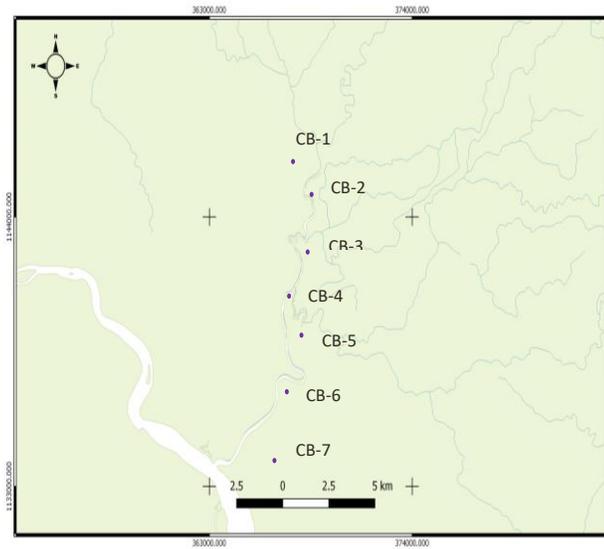


Figura 1. Red de monitoreo sobre el Río Bebedero para I Etapa

En la figura 2 se evidencia la variación de la temperatura, en la figura 3 la variabilidad de la conductividad y la figura 4 la tendencia de pH en cada sitio de muestreo a lo largo del Río Bebedero.

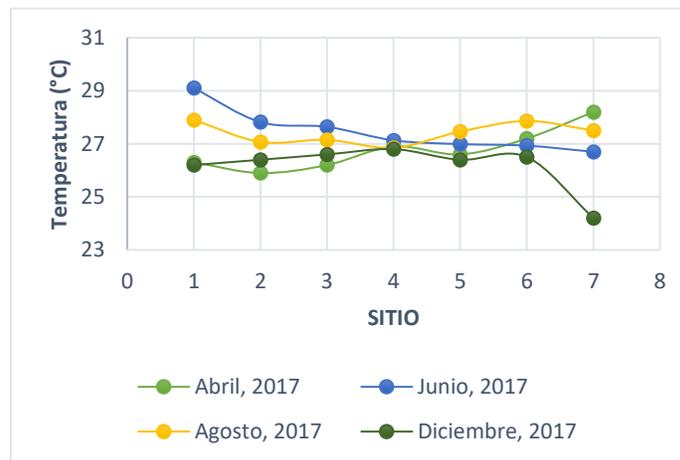


Figura 2. Variación de la temperatura en cada sitio de monitoreo

(1: CB-1; 2: CB-2; 3: CB-3; 4: CB-4; 5: CB-5; 6: CB-6 y 7:CB-7)



Figura 3. Variación de la conductividad en cada sitio de monitoreo (1: CB-1; 2: CB-2; 3: CB-3; 4: CB-4; 5: CB-5; 6: CB-6 y 7:CB-7)

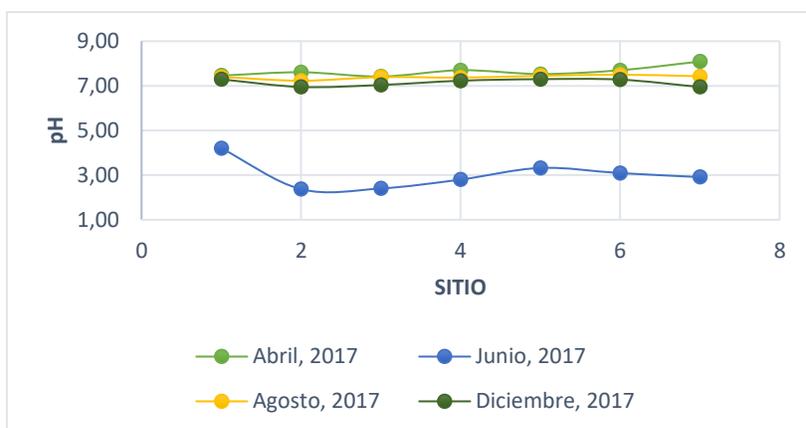


Figura 4. Variación del pH en cada sitio de monitoreo (1: CB-1; 2: CB-2; 3: CB-3; 4: CB-4; 5: CB-5; 6: CB-6 y 7:CB-7)

En la figura 5 se muestra los datos obtenidos de alcalinidad total

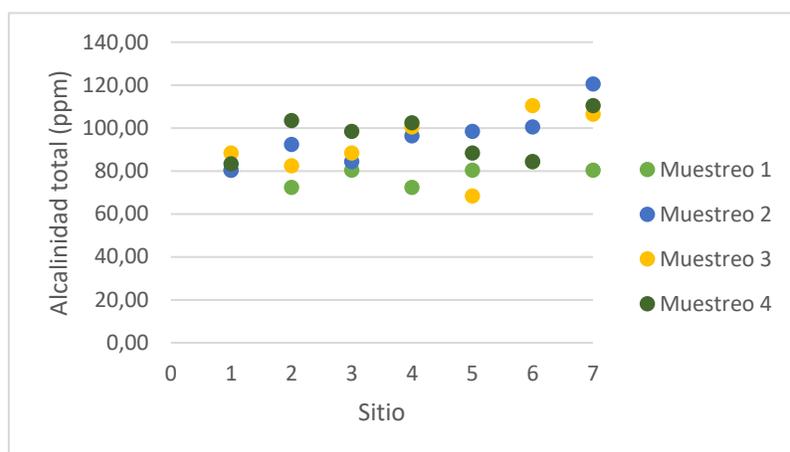


Figura 5. Variación de la alcalinidad total en cada sitio de monitoreo (1: CB-1; 2: CB-2; 3: CB-3; 4: CB-4; 5: CB-5; 6: CB-6 y 7:CB-7)

La alcalinidad de una muestra de agua es una medida de su capacidad para reaccionar o neutralizar iones hidronio, (H<sup>+</sup>), hasta un valor de pH igual a 4,5. La alcalinidad es causada principalmente por los bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en disolución, y en menor grado por los boratos, fosfatos y silicatos, que puedan estar presentes en la muestra. En el caso del agua tanto natural, la alcalinidad usualmente se debe fundamentalmente a la presencia de iones carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) y bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup>), asociados con los cationes Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup> (Botella N.)

Existe generalmente una relación lineal entre la alcalinidad y el contenido de sales (Ramírez, 1983). La conductividad eléctrica es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica a su través. La conductividad del agua está relacionada con la concentración de los sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la energía eléctrica. Como la solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, evidentemente la conductividad varía con la temperatura del agua. Según el análisis de correlación de Spearman entre conductividad y temperatura existe una relación positiva r=0,64, es decir que la conductividad que aumenta conforme aumenta la temperatura del agua.

En aguas muy ácidas predomina H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y en aguas muy básicas el CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. A un pH < 6, CO<sub>2</sub> es la especie dominante. A valores de pH entre 7 y 9, HCO<sub>3</sub><sup>3-</sup> predomina, mientras que CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> comienza a aumentar su concentración significativamente a valores de pH >9 (Kehew, 2001). En la figura 4 se observan que datos de pH para el muestreo realizado en julio se encuentran por debajo de 4 mientras que para los demás muestreos las condiciones son menos variables y los valores más aceptables para la vida acuática. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH (acidificación) (García, 2010).

El sistema de alcalinidad tiene interacciones importantes con los procesos de fotosíntesis y respiración celular. Las alcalinidades determinadas en las muestras de agua superficial (figura 5) se encuentran dentro del rango de 70-120 mg/L, según Goyeda (2007) agua con alcalinidad entre 25-75 se consideran moderadamente amortiguadoras y aguas con

alcalinidades mayores a 75 son muy amortiguadas. Por lo tanto se puede describir las aguas superficiales del río Bebedero dentro de estas dos clasificaciones.

Vidal-Abarca et al (1994) muestra la clasificación productiva de las aguas en función a los valores fisicoquímicos, en particular, la alcalinidad presentes en el agua, expresa que valores entre 50-100 se consideran con una productividad débil y entre 100-150 una buena productividad. Según los valores obtenidos los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 presentan en algunas campañas una productividad débil.

Aplicando el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis se obtiene que las variables conductividad ( $p=0,0001$ ), temperatura ( $p=0,0043$ ), pH ( $<0,001$ ) y alcalinidad ( $p=0,0134$ ) no presentan diferencia significativa entre las épocas de monitoreo sin embargo si existe diferencias significativas entre sitios de muestreo, para alcalinidad  $p=0,3578$ , conductividad  $p=0,9998$ , pH  $p=0,9573$  y temperatura  $p=0,9899$ . Esto puede estar relacionado a que existen efluentes que vierten sus aguas en el río y cada uno con composición variable de acuerdo a la actividad que se genere.

#### 8. Ejecución presupuestaria

Rubro	Recursos Institucionales		Recursos contraparte		Porcentaje de ejecución
	Presupuestado	Ejecutado	Presupuestado	Ejecutado	
10899			200.000,00	200.000,00	100,00
20199			300.000,00	300.000,00	100,00
20401			235.500,00	231.004,00	98,00
20402			434.000,00	429.299,00	98,92
29902			185.600,00	75.106,00	40,47

#### 9. Viabilidad del proyecto (apoyo institucional)

---

Firma, Director de Investigación

---

Firma, Decano de sede

---

Firma, Vicerrector de Investigación