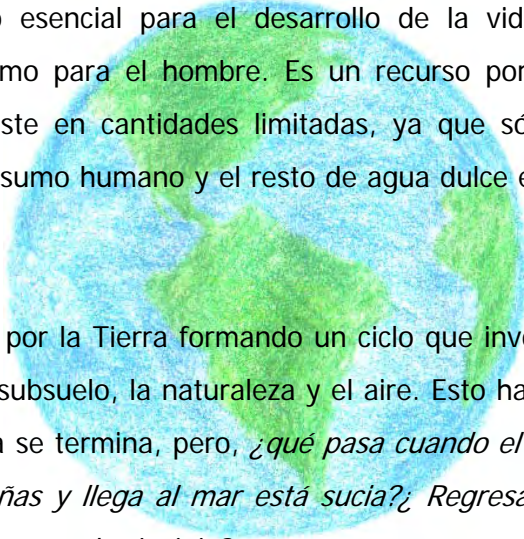


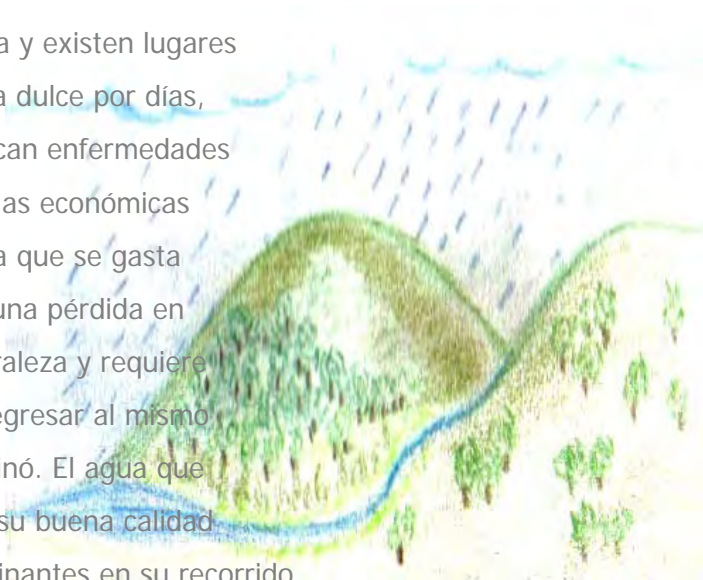
AGUA

Es un líquido esencial para el desarrollo de la vida tanto en la naturaleza como para el hombre. Es un recurso porque se puede usar pero existe en cantidades limitadas, ya que sólo 0.014% es apta para consumo humano y el resto de agua dulce está congelada en los polos.



El agua corre por la Tierra formando un ciclo que involucra los ríos, los mares, el subsuelo, la naturaleza y el aire. Esto hace pensar que el agua nunca se termina, pero, *¿qué pasa cuando el agua que sale de las montañas y llega al mar está sucia? ¿Regresa alguna vez a ser limpia como en el principio?*

El agua es muy escasa y existen lugares en donde no hay agua dulce por días, esto hace que aparezcan enfermedades y se produzcan pérdidas económicas muy grandes. El agua que se gasta innecesariamente es una pérdida en cantidad para la naturaleza y requiere mucho tiempo para regresar al mismo sitio en donde se originó. El agua que se contamina pierde su buena calidad y va dejando contaminantes en su recorrido.



Calidad

La calidad es una medida del estado del agua en función de sus características. Un agua de buena calidad asegura un consumo sin peligro para el hombre ni alteraciones para la naturaleza. La calidad es un resultado del medio por donde recorre el agua, en el caso de los ríos la calidad se demuestra por la vida acuática que existe y las exigencias de los animales para vivir en un ambiente sano.

La calidad del agua puede ser medida a través de procesos simples o avanzados. Sin embargo, la primera percepción acerca de la calidad y el estado del agua son nuestros propios sentidos.

Un olor o color diferente pueden servir como indicador del estado del agua y ser el resultado de una baja o mala calidad. Para conocer la calidad del agua se pueden aplicar métodos sencillos con la finalidad de tener información y actuar para prevenir cambios que afecten su calidad.

Monitoreo

El monitoreo es muy utilizado como una herramienta de trabajo para analizar los resultados a través del tiempo. Un monitoreo es una secuencia de pasos que se deben realizar repetitivamente con una frecuencia estable. El monitoreo se compone de actividades de muestreo, cada muestreo alimenta con información al monitoreo que al final define cual es el estado del recurso. La diferencia entre

un muestreo y un monitoreo es el tiempo, el monitoreo requiere un tiempo prudente en el que ocurran por lo menos dos estaciones climáticas.

Condiciones Naturales

La mejor medida de la buena calidad del agua se puede tener en las condiciones naturales, estas son las condiciones que la naturaleza establece para que la vida ocurra con éxito. Las condiciones naturales son el estado original que debe tener el recurso sin que existan alteraciones ocasionadas por actividades que realiza el hombre.



Sin embargo, cuando el agua se va a usar para una actividad puede necesitar cambios de su calidad ya que la naturaleza también tiene elementos que pueden afectar a los humanos. Por ejemplo, el suelo tiene naturalmente muchas bacterias de diferentes tipos. Cuando el agua tiene demasiadas bacterias que no vienen sólo del suelo quiere decir que hay algo más que está afectando la calidad del agua en alguna parte.



Para saber cuándo el agua ha cambiado sus características debemos poner mucha atención a las actividades humanas que se realizan cerca de los cuerpos de agua. Principalmente el arrojar desechos al agua hace que el agua cambie y resulte en mala calidad.

¿Cómo medir la Calidad del AGUA?

Para medir la calidad del agua se pueden utilizar métodos de registro de ciertas características que llamaremos parámetros. Los parámetros de calidad se escogen de acuerdo a la utilidad de la información y el objetivo del monitoreo o muestreo. De acuerdo a los procedimientos aceptados para obtener datos reales acerca de la calidad del agua, se debe tomar los mismos parámetros en los mismos sitios o puntos para identificar cualquier variación.

Parámetros En el Sitio (In Situ)

Son los parámetros que se analizan en el lugar y que demuestran el estado del agua en ese momento. Estos parámetros se registran con

aparatos portátiles y dan el resultado de acuerdo a las unidades que se requieren. Las variables que se analizan en el monitoreo o muestreo En Sitio son:

- La Temperatura
- Potencial de Hidrógeno pH
- Salinidad o Conductividad
- Oxígeno Disuelto OD.

Todos estos parámetros tienen en común que varían muy fácil durante el día.

Parámetros Fuera del Sitio (Ex Situ)

Son los parámetros para los que se requiere tomar una muestra pues significa que no cambian en cierto tiempo hasta llegar al laboratorio de análisis. Estos parámetros demuestran la calidad del agua en un período más largo porque se expresan en concentración y para ello se requiere que haya un ciclo natural. Los parámetros que se registran fuera del lugar son: Los Nutrientes (Fosfatos, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Amonio) y las Bacterias Coliformes. Estos parámetros deben analizarse en un laboratorio porque requieren mucha precisión y otros químicos, también deben ser analizados en el menor tiempo posible como en el caso de las Bacterias Coliformes, que deben analizarse en un plazo máximo de ocho horas pues crecen rápidamente.

¿Cómo medir cada uno de los parámetros?

Temperatura

La Temperatura es una medida de la cantidad de calor que tienen los cuerpos, en el caso del agua da una idea de cómo el ambiente ha influenciado en dar calor al agua a través de los rayos solares.



La temperatura en el agua se mide introduciendo el Termómetro en el agua por un lapso de cinco minutos mínimo, pero no directamente, sino utilizando un pequeño recipiente que contenga el agua del río.

Si el medidor de temperatura está incorporado a otro aparato entonces la temperatura será medida directamente sin necesidad de esperar mucho tiempo.

Al utilizar un termómetro se requiere que el termómetro se estabilice de acuerdo a la temperatura del agua y por ello es necesario esperar un tiempo prudente.

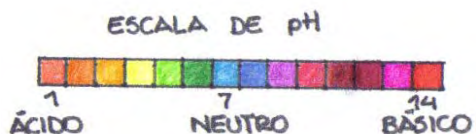


Potencial de Hidrógeno pH



El pH es una medida de la cantidad de moléculas de hidrógeno H^+ y moléculas de hidróxido OH^- que existen en el agua, su presencia determina que el agua sea ácida o básica. Cuando un agua es ácida existen más iones de hidrógeno y los valores de pH son bajos, esto significa que el agua puede causar cambios en el medio.

Cuando un agua es básica quiere decir que no hay tantos iones de hidrógeno y existen más de hidróxido, aquí los valores de pH son altos. Un agua neutra es aquella que posee un equilibrio de iones y su pH es balanceado.



Para medir el pH se utiliza un aparato llamado Potenciómetro que mediante un electrodo registra la cantidad de iones de hidrógeno en el agua. Para medir el pH se debe tomar en un recipiente pequeño enjuagado previamente con el agua del río, una muestra suficiente para introducir el medidor sin hundirlo demasiado, se agitan por unos segundos y luego se espera que el valor se estabilice y se reporta.

En caso de que se conozca de variaciones diurnas del río se puede registrar los valores de pH a diferentes horas del día, sin embargo, debe tomarse en cuenta que los puntos más variados en el día son la mañana y la tarde.

Conductividad o Salinidad

La Conductividad es una medida de la Salinidad del agua, que significa la presencia de sales o iones de compuestos que dan carga al agua y que facilitan la transmisión de la electricidad. El agua es un muy buen conductor de la electricidad y la conductividad es una medida del parámetro que me permite conocer si el agua contiene iones de sales minerales.

La conductividad se mide con un aparato denominado Conductivímetro que posee un electrodo sensible al paso de los iones cargados,



ya que todas las sales poseen una carga, este electrodo mide un valor cuando entra en el agua.



Para realizar la medición se debe utilizar preferentemente un recipiente pequeño en donde se pueda poner un poco de agua tomada del río, previamente enjuagado y en el menor tiempo posible.

Oxígeno Disuelto

El oxígeno es conocido como el elemento necesario para la respiración de los seres vivos. En el caso del agua, la cantidad de oxígeno disuelto permite de igual manera la existencia de organismos acuáticos que pueden subsistir en ese medio bajo esas características.

El oxígeno en el agua se mide como oxígeno disuelto que significa la concentración de moléculas de oxígeno en peso por volumen de agua, la unidades son: partes por millón y aparecen como ppm. Los métodos de medición del oxígeno pueden ser, mediante un aparato portátil para medir oxígeno disuelto o mediante el proceso de tinturación. En este manual analizaremos el proceso de medición de Oxígeno Disuelto mediante un aparato portátil .

El Medidor de Oxígeno Disuelto posee un elemento galvanizado que al recibir la carga negativa de las moléculas de oxígeno registra cuántas existen. Este proceso requiere la introducción del elemento sensible en el agua, para lo cual se debe tomar una muestra del río en ese mismo momento preferentemente para evitar que ingrese agua a la parte eléctrica.



En ciertos casos cuando el cable del electrodo es suficientemente largo se puede introducir el electrodo en el agua sin problema.



La variación del oxígeno en el día es muy marcada en algunas zonas, mientras que en otras está relacionada con la temperatura ambiente, es por ello que se considera óptimo el registro de por lo menos dos lecturas durante el día.

Los Nutrientes

Los nutrientes son aquellos compuestos orgánicos que significan fuente de energía para los seres vivos. Se encuentran en la naturaleza en grandes cantidades y realizan ciclos biogeoquímicos, en los que el agua es un medio muy importante.

Algunos de los nutrientes pueden ser el fósforo, nitrógeno, azufre, potasio, hierro entre otros. Los seres vivos requieren estos elementos en forma de compuestos que determinan el crecimiento tanto de plantas, macroinvertebrados, peces, etc. Los compuestos de los nutrientes principales se presentan en el agua como: Nitratos, Nitritos, Amonio, Sulfatos y Fosfatos. La presencia excesiva de nutrientes indica la posibilidad de mayor crecimiento de plantas y algas, estas al crecer consumen el oxígeno disuelto en el agua y se saturan produciendo efectos conocidos como la Eutroficación que ocurre en lagos y lagunas.

Para realizar el análisis de los nutrientes en el agua es necesario tomar una muestra y llevarla al laboratorio ya que se necesitan reactivos químicos que indiquen la presencia



de los nutrientes según su concentración, por esto para realizar el muestreo de nutrientes se tomará una



botella de plástico limpia y se enjuagará tres veces con el agua del río, siempre frente a la corriente, luego se sumergirá la botella a un altura mínima de 15 cm desde la superficie, después de tomar la muestra se cerrará, se procederá a etiquetar la muestra con datos como: fecha, punto de muestreo, nombre de la muestra y nombre del colector, luego se almacenará en un lugar frío.

Bacterias Coliformes

Las bacterias coliformes son organismos que habitan en otros seres vivos, se alimentan de ellos y de lo que estos ingieren. Estas bacterias están en el intestino de los humanos y otros animales como las vacas, ovejas, etc. Cuando estas bacterias aparecen en los ríos o en cualquier cuerpo de agua significa que han habido descargas hacia el agua por parte de humanos u otros animales. Las bacterias coliformes pueden producir grandes efectos en las personas que consuman esa agua, es decir pueden envenenar y causar enfermedades como el cólera y la tifoidea.

Las bacterias coliformes pueden estar presentes en el agua como Coliformes Fecales y Totales, los coliformes fecales son las bacterias que existen en las heces fecales principalmente de los humanos, los coliformes totales son todas las bacterias coliformes, tanto fecales como de otro tipo.

Para tomar una muestra de agua y analizar Coliformes Totales y Fecales se debe utilizar un recipiente de plástico limpio y estéril, se procede a sumergir la botella en el agua en contra de la corriente hasta que esta se llene completamente y quede sin ninguna burbuja de aire. Luego se debe etiquetar con datos como fecha, lugar, tipo de muestra, nombre de la persona que colectó la muestra y si es posible la hora de colección. Para que una muestra de agua sirva para el análisis de coliformes totales y fecales debe estar almacenada en un lugar frío y su tiempo de análisis no debe superar las 8 horas.

Macroinvertebrados Acuáticos



Los invertebrados existen en todos los ecosistemas de la Tierra, constituye el grupo más

grande de animales y su característica fundamental es que no posee una columna vertebral.



Los macroinvertebrados son organismos de tamaño relativamente pequeño pero que son visibles fácilmente. Las macroinvertebrados acuáticos habitan en el agua toda o casi toda su vida y se alimentan de los nutrientes que se producen de la descomposición de la

materia orgánica además requieren oxígeno disuelto para su desarrollo.

Los macroinvertebrados acuáticos son excelente indicadores de la calidad del agua pues su presencia o ausencia está asociada a las características de los parámetros de calidad. Los macroinvertebrados acuáticos se clasifican en el reino animal hasta la especie, sin embargo para efectos de este análisis es útil conocer hasta el orden al que pertenecen, esta clasificación sirve para posteriores análisis en los que se utiliza una medida de la calidad a través de Índices de Calidad del Agua.

El análisis de macroinvertebrados acuáticos permite establecer de una manera fácil y económica la presencia de organismos que indican si el agua está en buen o mal estado.

Para tomar una muestra en donde se pueda analizar los macroinvertebrados acuáticos se puede seguir una secuencia de pasos en los que se requiere de



una red, una cubeta, una bandeja blanca, pinzas, alcohol y un tamiz.



El procedimiento es fácil requiere únicamente escoger el lugar más apropiado y que represente al río en su mayoría.



Se debe
muestrear un
área de 1m^2 en
varias tomas, de
preferencia el
muestreo debe
ser en el centro

del río y de espaldas a la corriente para que ingrese el sustrato a la red. Se puede remover el material del fondo o sustrato con el pie y cuando exista suficiente en la red se trastorna en la cubeta. Se debe hacer esto cuatro veces cubriendo el área de estudio escogida.

Luego se debe poner el material de poco en poco en la bandeja blanca procurando sacar todas las piedras y ramas grandes, luego se va escogiendo con la pinza los macroinvertebrados acuáticos que ya se puedan observar a simple vista y el resto de la muestra se debe limpiar utilizando un tamiz pequeño para poner en unas cajas más pequeñas para separar minuciosamente y con mayor detalle.

Finalmente se procede a poner los macroinvertebrados acuáticos encontrados en frascos de vidrio que contengan alcohol al 70% y se

etiqueta una vez más con la información importante como fecha, lugar, nombre del colector, etc.

¿Cuáles son los macroinvertebrados que debo identificar?

Los macroinvertebrados acuáticos varían según diferentes factores y su presencia cambia de acuerdo al lugar y las características del medio. Para el caso del monitoreo de la calidad del agua es fundamental conocer que ciertos macroinvertebrados acuáticos sólo habitan bajo condiciones de buena calidad del agua y para ello no se puede tener ningún tipo de contaminación.

Los macroinvertebrados acuáticos que debemos identificar son: *Trichóptera*, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Diptera*, *Plecóptera* y *Hemíptera*. Para el manejo de estos órdenes es necesario familiarizarse con la presencia de algunos macroinvertebrados en ciertos lugares, como piedras, hojas y ramas.

Trichóptera

Son larvas que viven la mayor parte de su tiempo en el agua y se alimentan de la descomposición de la materia orgánica. Se las encuentra en ríos con corriente y viven cerca de piedras.



Ephemeroptera

Sólo cuando son larvas viven en el agua, vive en aguas limpias pero toleran la carga orgánica. Se las encuentra cerca de piedras en zonas calmadas pero requieren oxígeno disuelto para subsistir.



Odonata

Las larvas de este macroinvertebrado viven cerca de cualquier cuerpo de agua que tenga corriente. Son conocidas también como libélulas.

Su presencia se ve muy afectada por cualquier variación en el ecosistema acuático.



Diptera

Son las larvas de mosquitos que pueden estar presente siempre que haya materia orgánica en descomposición, habitan en todo tipo de aguas y pueden soportar cambios bruscos en el ambiente.





Plecoptera

Estos macroinvertebrados habitan en ríos con corriente fuerte y donde existen piedras grandes y pequeñas. Las larvas de este orden necesitan una buena oxigenación del agua y no toleran alteraciones en la calidad del agua.

Hemiptera

Estos insectos habitan gran parte de su vida en el agua y toleran ciertos cambios en la presencia de carga orgánica. Se los puede encontrar cerca de piedras en sustratos poco arenosos.



¿Cómo realizar un muestreo?

Un muestreo es un proceso simple que debe hacerse con la misma técnica en la mayoría de casos para establecer metodologías que sirvan de comparación. La idea de realizar un muestreo es tomar datos que permitan interpretar lo que sucede en el ecosistema.

Para realizar un muestreo se debe primero preparar todo el material necesario para ir al campo elaborando una lista de chequeo y evitar que algo se pase por alto.

Luego, es muy importante lavar los materiales que se vayan a utilizar de manera que no interfieran con los resultados. En el caso de los equipos electrónicos es fundamental realizar una calibración, para esto se requiere seguir los pasos del fabricante en los que se sugieren tanto las soluciones como el tiempo necesario.

Finalmente se debe tomar en cuenta cuántos puntos de muestreo se van a realizar de modo que el tiempo no interfiera con el resultado, ya que no es lo mismo muestrear a las 10: 00 am que muestrear a las 16:00 pm.

Para el caso de la toma de muestras y el registro de parámetros se deberán seguir los pasos expuestos para cada parámetro, no se deberá obviar requisitos simples como la limpieza y el enjuague pues las pequeñas variaciones pueden significar grandes cambios al final del monitoreo. A continuación se presenta una ficha de campo que se puede utilizar para tomar en cuenta los parámetros del muestreo, el tiempo, la localización, etc.

FICHA DE CAMPO

PUNTO:			Lugar:		
Hora:			Muestreo: #		
Datos Físicos					
Nubosidad:			Color / Olor:		
Visibilidad:			Basura:		
Calidad del Agua					
Conductividad:		uS	pH:		
Oxígeno Disuelto:		(ppm)	Temperatura:		°C
Muestra de Coliformes: SI/ NO			Muestra de Nutrientes: SI/NO		
Macroinvertebrados: (# / orden)			Monitor Local:		
#	#	#	#	#	#

Límites y Estándares

Los límites y los estándares nos permiten tener una idea de comparación frente a la cual podemos actuar. En el caso de la calidad del agua, los límites y estándares son muy importantes ya que al ser un líquido vital es necesario cumplir y estar dentro de la reglamentación y así evitar enfermedades.

Los límites son una referencia de las características óptimas que debería tener el recurso para cada uno de los usos que se han considerado. En el caso del agua, la clasificación del uso define los valores que tiene que cumplirse en la calidad del agua.

Estos valores de límites y estándares se establecen generalmente a nivel internacional como referencia y en otros casos en función de las condiciones naturales del cuerpo de agua.

En el Ecuador, la herramienta legal que permite establecer límites y estándares a cumplir por los usuarios del agua, los establece la Ley de Aguas. Esta tabla tiene los valores estimados para aguas de recreación, de uso estético y de consumo humano.

Tabla de Límites y Valores Estándares de Calidad del Agua.

Indicador	Expresado	Unidad	Límite máximo permisible
Temperatura	Temp	°C	+/- 2 °C del valor normal
pH	pH		6.5 - 8.5
Conductividad	Cond	µS/cm	250
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	80% de Saturación de Oxígeno y no menor a 6 mg/l
Nitratos	NO ₃	mg/l	10,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	1,0
Fosfatos	PO ₄	mg/l	0.5
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400
N-Amoniacal	H ₃ N	mg/l	0,05
Bacterias Coliformes	nmp/100ml	Coli. Fecal	200
		Coli. Total	1000

Fuente: Ley de Aguas/ Reglamento y legislación conexas. Nov/2001.

¿Qué hacer cuando sobrepasan los límites?

Es necesario tener muy en cuenta los valores de los parámetros de calidad del agua antes de llevarla a uso. Para esto se ha tomado como referencia los valores de la Tabla de Límites y Estándares. Al registrar cambios en los parámetros se debe actuar de inmediato realizando un análisis de las condiciones físicas, de los parámetros de calidad y tomando muestras para bacterias y nutrientes para llevar a análisis en el laboratorio.

Sin embargo, si uno de los parámetros En Sitio cambia drásticamente se debe tener precaución y restringir el uso del agua hasta que las condiciones hayan regresado a su estado normal. Es aquí cuando el monitoreo se hace efectivo pues permite tomar acciones con respecto a los cambios que pueden causar serios problemas.

¿Cuánto Cuesta?

Un monitoreo hidrobiológico tiene la finalidad de ser aplicable a todos los ambientes a un costo relativamente bajo. Los equipos portátiles brindan la posibilidad de reducir los costos y facilitar la movilización en el campo. Un monitoreo hidrobiológico consta de dos partes. El registro En Sitio y el análisis Fuera del Sitio, en el caso de la primera parte se requiere la presencia en el campo, de una persona que será el monitor local, esta persona tendrá que llenar las

fichas de campo y hacer apreciaciones acerca de las condiciones físicas durante el muestreo. Se puede contar con la ayuda de un asistente para el registro y toma de muestras. El equipo básico de monitoreo incluye los siguientes materiales con una apreciación del costo de los materiales:

Calidad del Agua

Potenciómetro pH (1)	79.99\$
Conductivímetro (1)	89.99\$
Medidor de Oxígeno Disuelto y Termómetro (1)	890.89 \$
Red (1) Surber	220.25 \$
Pinzas (2)	10.00 \$
Bandeja de plástico (1)	4.00 \$
Botellas de Plástico 1l (2)	5.00 \$
TOTAL	1300.12 \$

Como se puede observar el costo puede ser alto en función del equipo, sin embargo los beneficios son superiores debido a la calidad de la información.

Bibliografía:

- Egüez, T., Castro, F. 1999. *Manual Básico de Entomología*. Quito – Ecuador.
- <http://tolweb.org/tree?group=Diptera&contgroup=Endopterygota>
- <http://tolweb.org/tree?group=Ephemeroptera&contgroup=Pterygota>
- http://tolweb.org/tree?group=Hemiptera&contgroup=Hemipteroid_Assemblage#TOC1
- <http://tolweb.org/tree?group=Odonata&contgroup=Pterygota>
- <http://tolweb.org/tree?group=Plecoptera&contgroup=Neoptera>
- <http://tolweb.org/tree?group=Trichoptera&contgroup=Endopterygota>
- http://www.kc-denmark.dk/public_html/other.htm
- Ley de Aguas/ Reglamento y legislación conexas. Nov/2001.
- Roldán, G. 1992. *Fundamentos de Limnología Neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín – Colombia.