

CURSO: LIMNOLOGÍA

GUÍA DE TRABAJO DE CAMPO
EVALUACIÓN DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS CONTINENTALES

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado sustancialmente el número de publicaciones de textos y artículos relacionados con el funcionamiento y dinámica de los ambientes acuáticos, dentro de los cuales unos pocos hacen referencia a la parte metodológica. Dichos textos contemplan de manera clara los lineamientos, que se deben seguir, sin embargo no detallan las fases claves para el desarrollo y determinación de algunas variables, que prácticamente se logran evidenciar con la experiencia.

Esta evaluación en los diferentes cuerpos de agua es para conocer su potencial ó el estado trófico en el que se encuentran, ya sea en forma natural ó intervenidos por las actividades del hombre, es uno de los rubros más importantes actualmente de la Limnología. Luego de conocer el estado en que se encuentra permitirá proponer ó establecer planes de corto, mediano ó largo plazo para potenciarlo, aprovechamiento y manejo adecuado del mismo, de esa manera, se logrará el desarrollo sostenido del cuerpo de agua el cual ha sido evaluado, el cual es uno de los fines de la Zonificación Ecológica Económica.

La presente guía se elaboró especialmente para realizar trabajos de investigación hidrobiológica y limnológica de una manera práctica y sencilla permitiendo obtener resultados confiables en las fases de campo, de laboratorio y análisis de la información. Para comenzar algunas consideraciones que se deben tener en cuenta en el momento del muestreo como son materiales y equipos que se necesitan, características ambientales y las metodologías para evaluar parámetros hidrológicos, fisicoquímicos y biológicos, en este caso se orienta a la parte de fitoplancton (composición, biomasa y productividad primaria) y zooplancton (composición y abundancia) en algunos ambientes lénticos y lóticos.

SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO EN LOS AMBIENTES ACUÁTICOS

Para la toma de muestra de agua en los diferentes ambientes se tendrá en consideración lo siguiente:

1) Para RÍOS:

En los ríos grandes se toma una muestra compuesta, que es el resultado de submuestras tomadas en el cauce principal, recolectando agua en las dos orillas y centro (5 a 10 litros en total). En lo posible la estación debe estar ubicada en el lugar donde hay toma de datos limnimétricos.

2) Para TRIBUTARIOS (Caños, quebradas, afluentes)

En ríos pequeños y quebradas se tomará una muestra en el centro del cauce y aguas arriba, asegurando de esta forma que no exista influencia del río mayor.

3) Para LAGOS Y COCHAS:

Para cada lago se determina una estación de muestreo ubicada en la zona limnética, también se efectúa un análisis del ó los ríos, ó los caños menores que lo alimentan. En cada estación se toman muestras o varias profundidades que corresponden a la superficie, medida del disco Secchi (DS) y 2 DS. En algunos casos para ambientes de gran interés para el instituto se adiciona una muestra en el fondo de la columna de agua y en la zona litoral, si se observa importante desarrollo de plantas acuáticas.

Cada estación será georeferenciada con el GPS, teniendo en consideración la propia estación de muestreo (rio mayor), la desembocadura y la estación (ríos pequeños y quebradas) y la entrada y la estación en la zona limnética ó centro inclusive sus afluentes (para los lagos, lagunas ó cochas).

EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Frascos de plástico de 1 litro
- ✓ Envases de plástico de 100 ml con tapa
- ✓ Acido sulfúrico.
- ✓ Hielo
- ✓ Neveras
- ✓ Rótulos ó Etiquetas
- ✓ Marcador indeleble
- ✓ Conductímetro
- ✓ Potenciómetro
- ✓ Oxímetro
- ✓ Kits de análisis físico y químico.

EVALUACION LIMNOLOGICA

La evaluación limnológica de un cuerpo de agua sea léntico ó lótico comprende los siguientes rubros:

- 1) Físico
- 2) Físico – Químico
- 3) Químico
- 4) Biológico

1) PARÁMETROS FISICOS

Dentro de los parámetros Físicos tenemos:

Morfometría de los ambientes lénticos:

- ✓ Longitudes (Largo y ancho)
- ✓ Profundidades (máxima y media)
- ✓ Volumen
- ✓ Area
- ✓ Tiempo de residencia del agua.

De estos parámetros se consideraran para el estudio de Zonificación los siguientes: longitudes referenciales (m), profundidades (m) y luego estimar el volumen (m³).

Morfometría de los ambientes lóticos:

- Velocidad de Corriente (m/s)
- Caudal ó Aforo (m³/s)
- Profundidad (m)
- Longitud (desde el nacimiento hasta su desembocadura) (km)
- Ancho (corte transversal en diferentes sectores) (m)
- Area (varía con la creciente y vaciante) (km²)
- Volumen (m³)
- Extensión de la orilla (sectores determinados a evaluarse).

De estos parámetros se consideraran los siguientes: Velocidad de corriente (m/s), ancho del sector (m), profundidades (m) y el caudal (m³/s).

El caudal se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$Q = A \times \text{Vel. Corr.}$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

A = Ancho x Profundidad promedio expresado en m²

PARÁMETROS FISICOS DEL AGUA

- ✓ Temperatura del agua (°C)
- ✓ Transparencia ó Visibilidad (cm) (disco Secchi)
- ✓ Color verdadero (Bandas de pintura)
- ✓ Color Aparente (Disco de Platinum – Cobalto) (Unidades)
- ✓ Velocidad de sedimentación (Cuanto de materia orgánica e inorgánica arrastra) (en ml ó gr según el método)

Se considerarán los siguientes: T° del agua (°C) y transparencia (cm).

Temperatura del agua: La temperatura del agua está derivada directamente de la radiación solar, juega un papel fundamental en la regulación de numerosos procesos físicos, químicos y biológicos que se llevan a cabo en los ecosistemas acuáticos. Las plantas verdes y las algas en el agua, son la puerta de entrada a través del cual la energía solar se convierte en energía química. Los valores se expresaran en °C.

Transparencia: Mide la zona fótica de un cuerpo de agua, es decir, hasta donde penetra la luz solar. Este paso es interrumpido por el material sobrenadante presente en la columna de agua. Disco Secchi. Los valores se expresarán en cm.

Color aparente: El color de un cuerpo está constituido por la luz no absorbida. El color aparente del agua se debe al resultado de la acción de la luz sobre los materiales particulados suspendidos, junto con los otros factores como, tipo de fondo ó reflexión del cielo del cielo. Método de Platinum-Cobalto. Los valores se expresarán en Unidades de Color.

2) PARÁMETROS FISICO – QUÍMICO

Entre estos parámetros tenemos a los siguientes:

- Turbidez (Turbidímetro ó espectrofotómetro).La turbidez define el grado de opacidad producido en el agua por la materia orgánica particulada suspendida. Normalmente, los ecosistemas acuáticos tropicales, especialmente rios y embalses de bajas alturas sobre el nivel del mar, son muy turbios debido al arrastre de materiales, propiciado por la alta lixiviación que se da en éstas regiones. El Turbidímetro proporciona datos más precisos. Los valores se expresaron en NTU (Unidades Nefelométricas) ó FTU (Unidades Formadoras de Turbidez).
- Conductividad eléctrica (Conductivímetro) (se expresaran en µS/cm y mS/cm ó µmhos/cm y mmhos/cm respectivamente) 1 mS/cm ó 1 mmhos/cm equivale a 1000 µS/cm ó 1000 µmhos/cm). Mide la cantidad de iones presentes en el cuerpo de agua. Se correlaciona con la salinidad. La medida de la conductividad eléctrica de un cuerpo de agua es uno de los parámetros más importantes en limnología. A través de ella se puede conocer mucho acerca

del metabolismo de un ecosistema acuático. Además, altas diversidades de especies corresponden a menudo a bajos valores de conductividad y viceversa.

- Salinidad: Es la concentración total de los componentes iónicos – sales inorgánicas. Se expresan en partes por mil (o/oo) ó gr/l ó también según aparatos en ppm ó mg/l.
- Sólidos Totales Disueltos (TDS): Residuo seco que contiene materiales tanto orgánicos como inorgánicos que se encuentran en el ecosistema acuático. Se expresan en ppm ó mg/l.

3) PARÁMETROS QUÍMICOS

Son los siguientes:

- PH: Potencial de hidrogeniones (H⁺). El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones en moles por litro, es decir, si el agua evaluada es ácida, alcalina ó neutra. Se expresan en UI unidades internacionales de pH).
- Oxígeno Disuelto (O₂) Es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. El oxígeno llega al agua por difusión de la atmósfera ó por fotosíntesis. Los valores se expresan en ppm ó mg/l. (Oxímetro ó Método de Winkler).
- Anhídrido Carbónico Libre (CO₂) Es el segundo gas en importancia presente en el agua. Se origina por la descomposición de la materia orgánica, por la respiración de los animales y las plantas y por el agua de lluvia. Método de la Fenolftaleína. Los valores se expresan en ppm ó mg/l.
- Alcalinidad: Determina la capacidad de neutralizar ácidos) Es decir, a mayor alcalinidad resiste mejor los cambios de pH. Es más estable su capacidad Buffer. La alcalinidad está íntimamente asociada a formas en que se encuentra el dióxido de carbono. La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar ácidos, es decir, es la forma de expresar la cantidad de iones bicarbonatos y carbonatos e hidroxilo. Método del anaranjado de metilo. Los valores se expresan en mg HCO₃/l.
- Dureza Total: Está constituida por la cantidad de iones de Calcio y Magnesio. La dureza del agua por carbonatos y bicarbonatos se conoce como Temporal, ya que ésta desaparece al hervir el agua y provocar la precipitación de los carbonatos de calcio y magnesio. Por su parte la dureza permanente es la causada por la presencia de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio, los cuales no se precipitan ni por la prueba de la alcalinidad ni por el calentamiento del agua. Los valores se expresan en mg CaCO₃/l.
- DUREZA (CALCIO Y MAGNESIO): Constituida por la cantidad de iones de Ca y Mg. Aguas Blandas (biológicamente poco productivas) Aguas Duras (muy productivas). Colorimétrico. Los valores se expresan en mg CaCO₃/l. Los iones de calcio son los que más están presentes.

Estos parámetros pueden ser considerados los básicos para una evaluación limnológica junto con la temperatura del agua, transparencia, conductividad eléctrica, TDS, salinidad, Color aparente y turbidez.

El siguiente grupo pertenece a los compuestos nitrogenados, que también pueden ser evaluados en estudios de productividad primaria, contenido de clorofila, correlacionar con el fitoplancton.

- ✓ NH₄: AMONIO (importante para los productores, puede ser utilizado como fuente de N durante las síntesis de las proteínas). Colorimétrico ó Espectrofotométrico. Los valores se expresan en ppm ó mg/l.
- ✓ NH₃: AMONIACO: La presencia del amoniaco en el agua es la base para la formación de los ácidos aspártico y glutámico, es decir, es el punto de partida para la síntesis de las proteínas.

- Empleado por los procariontes a partir del N atmosférico puede convertirse en Nitritos ó Nitratos. Colorimétrico y Espectrofotométrico. Los valores se expresaran en ppm ó mg/l.
- ✓ NO₂: NITRITO. Uno de los nutrientes empleados por el fitoplancton incorporándoles a sus células. Se encuentra en bajas concentraciones en aguas oxigenadas, pero en medios hipóxicos aumenta su concentración considerablemente, si llega a niveles elevados son muy tóxicos. Indican Eutrofia. Colorimétrico y Espectrofotométrico. Los valores se expresarán en µg/l ó mg/ ó ppm según el método.
 - ✓ NO₃: NITRATO. El Nitrato es una de las formas en que se encuentra el Nitrógeno en el agua. Los nitratos junto con el amonio constituyen los más importantes para los ecosistemas acuáticos, pues, constituyen la fuente principal para los organismos residentes en éste medio. Indica también Eutrofia ó altas concentraciones de N en el agua. Colorimétrico y Espectrofotométrico. Los valores se expresaran en ppm ó mg/l.

Otros Parámetros Químicos que se evalúan son los siguientes:

- ✓ FÓSFORO como ORTOFOSFATO (PO₄): Es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico. Es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria. Desde el punto de vista limnológico, la forma más importante es el ORTOFOSFATO, pues es la manera como las plantas acuáticas y el fitoplancton pueden absorberlo. Colorimétrico y Espectrofotométrico. Los valores se expresaran en ppm ó mg/l.
- ✓ SULFATOS (SO₄): Es la forma más común en la cual encontramos al azufre en el agua. Entran al agua a través de la lluvia y por disolución de rocas que contienen compuestos como CaSO₄ y FeS₂ (pirita). La actividad volcánica es una fuente importante de azufre. Los sulfatos se encuentran en la aguas aeróbicas y es la forma como las algas lo pueden incorporar en su protoplasma. Espectrofotométrico. Los valores se expresan en µg/l, ppm y mg/l según el método.
- ✓ CLORUROS: Ocupan el 3° lugar en porcentaje de los aniones en el agua. Representados principalmente por el NaCl, éstos expresan en gran parte la salinidad de las aguas. Colorimétrico. Los valores se expresarán en ppm ó mg/l.
- ✓ HIERRO: Constituye el elemento esencial para la síntesis de pigmentos respiratorios de muchos animales (Hemoglobina). Es esencial para la fotosíntesis ya que hace parte al menos de dos citocromos que transfieren electrones durante éste proceso. Espectrofotométrico. Los valores se expresaran en ppm ó mg/l.
- ✓ SÍLICE: Desde el punto de vista limnológico, tiene importancia en forma reactiva ó soluble, que es la forma como es asimilado por los organismos. Es esencial para las diatomeas, ya que es el compuesto básico para la construcción de sus frústulas. Espectrofotométrico. Los valores se expresaran en mg/l.
- ✓ SODIO Y POTASIO: Cationes que por lo general se encuentran en concentraciones muy bajas en los cuerpos de agua dulce amazónicos.
- ✓ MOLIBDENO, COBRE, ZINC, COBALTO, YODO, VANADIO Y MANGANESO: Llamados micronutrientes, son requeridos en cantidades mínimas por las algas para su desarrollo.
- ✓ PLOMO, CROMO, MERCURIO, CADMIO, ALUMINIO, ESTRONCIO: Metales pesados bioacumulables solo se analizan cuando hay sospechas de contaminación, con la finalidad de determinar posibles daños en el ecosistema y peligro para la salud humana.
- ✓ Mercurio: Es uno de los metales pesados presentes en el agua, es bioacumulable en la cadena trófica dentro de un ecosistema acuático. El mercurio (Hg) se encuentra en tres formas: elemental ó metálico, inorgánico y orgánico. Naturalmente este metal, procede de la actividad volcánica, de minerales presentes en las piedras, etc. Aproximadamente el 80% del mercurio elemental generado por las actividades humanas es liberado al aire, principalmente en la combustión de combustibles fósiles, fundición, actividad minera y de la incineración, alrededor del 15% del total se liberan a la tierra en fertilizantes, funguicidas y residuos sólidos (baterías desechadas, interruptores eléctricos ó termómetros).

4) PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Estos parámetros son los siguientes:

- ✓ FITOPLANCTON, se tiene en consideración al TICOPLANCTON, el cual es el más pequeño. Se realizan con redes para fitoplancton: de 25 μ para los tamaños regulares y 10 μ para el ticoplancton.
- ✓ ZOOPLANCTON, Se obtiene las muestras a través de redes de plancton de 45 μ de abertura de malla.
- ✓ BENTOS: A través de la Draga Ekmann y se filtra por unos tamices de diferentes tamaño de malla.
- ✓ INSECTOS: Con redes pequeña cuadrangulares ó rectangulares.
- ✓ PECES: Con diferentes tipos de redes y para los primeros estadios delos peces (huevo, larvas y post larvas) con redes de Ictioplancton.
- ✓ MACROFITAS ACUATICAS.

Para este caso se evaluarán las comunidades de:

- ✓ Fitoplancton
- ✓ Zooplancton
- ✓ Peces
- ✓ Otros recursos hidrobiológicos

FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON

ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

Materiales y Reactivos:

- Malla de plancton de 24 μ m
- Formol al 40%
- 30 envases plásticos (130ml)
- Balde

Se filtrará a través de la red de plancton de 24 μ , entre 10 a 50 litros de agua según el ambiente acuático. Para ríos grandes entre 10 y 20 litros, para los tributarios 50 litros y para las cochas de acuerdo al proceso de filtrado entre 20 a 50. Luego se concentra la muestra filtrada a 100 ml (96 ml y se agregará 4 ml de formol al 40%), esta muestra será guardada en un frasco de 100 ml con tapa.

RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

Para el caso de peces y otros recursos hidrobiológicos, se realizarán registros fotográficos a través de una cámara digital ó cámara fotográfica , en algunos casos si se tienen los ejemplares, se pueden realizar mediciones biométricas y otra información biológica que se considere importante, para ello se dispondrán de fichas de muestreo biológico, las cuales se encuentran en esta guía.

De igual manera, para registrar los ambientes acuáticos evaluados, así como las diferentes actividades de pesca que se logren observar *in situ*.

Además se dispondrá de una ficha para realizar entrevistas a los pescadores para conocer la actividad pesquera en cada zona.

ACTIVIDAD PISCÍCOLA

Para registrar la actividad piscícola en cada zona se realizarán registros fotográficos de ambientes donde se está desarrollando la piscicultura ó el cultivo de algún recurso hidrobiológico, de igual manera, donde se haya desarrollado la misma ó se esté planteando realizar algún proyecto acuícola.

Para ello se contará también con un formato, para realizar encuestas a los acuicultores ó piscicultores de la zona.