



PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

PROYECTO:

***Reintroducción de *Zoogoneticus tequila* en los manantiales del Río
Teuchitlán, Jalisco, México.***



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. MARCO LEGAL	5
4. OBJETIVO	6
5. AREA DE ESTUDIO	6
5.1 Ubicación geográfica	6
6. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA AL CORTO PLAZO (PMCA)	7
6.1 METODOLOGÍA DEL MONITOREO DEL PMCA	7
6.1.1 Selección de los sitios de muestreo	7
6.1.2 Selección de parámetros	12
6.1.3 Frecuencia del monitoreo	13
7. METODOLOGÍA DEL MUESTREO DEL PMCA	14
7.1 Tipos de muestra	14
7.2 Envases para el muestreo	14
7.3 Toma de muestra	15
7.4 Preservación de la muestra	15
8. ASEGURANZA Y CONTROL DE CALIDAD	16
9. FORMATO DE RESULTADOS	17
10. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA AL MEDIANO PLAZO	17
10.1 Selección de parámetros	18
10.2 Frecuencia del monitoreo	19
11. FORMACIÓN INTEGRAL DE MONITORES AMBIENTALES	19
12. MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL	19
13. SELECCIÓN DEL GRUPO DE MONITORES AMBIENTALES	20



14. REFERENCIAS	20
ANEXO 1.	24
ANEXO 2.	31



1. INTRODUCCIÓN

El monitoreo de la calidad del agua que involucra a diversas instancias (unidades académicas, gubernamentales, organismos no gubernamentales y la sociedad civil) es un proceso constructivo mediante el cual colaboran diferentes sectores de una comunidad para monitorear a un sistema acuático, dar seguimiento y responder a asuntos de interés público.

El monitoreo comunitario se originó en Europa durante el siglo XIX en las sociedades naturalistas para determinar las características fisicoquímicas de la calidad del agua con fines de destinarla para el abastecimiento de agua potable. La ejecución del monitoreo comunitario es relativamente nueva y aunque se identifican variaciones no existe una nomenclatura consensada para referirse a este tipo de acciones (Ramos-Escobedo, 2012).

En los Estados Unidos y Canadá se ha utilizado con buenos resultados, en los cuales destaca el interés social para realizar el monitoreo biológico de la calidad del agua, con la premisa de que en casos de éxito los voluntarios son capaces de proporcionar datos de calidad, buenos para un nivel de uso específico, incluso en 1991 la EPA publicó una guía para voluntarios en un método de monitoreo lacustre (De la Lanza *et al.*, 2011).

Los Vigilantes Mundiales del Agua (GWW) en México, promueven el monitoreo comunitario participativo (MCP) de las características biológicas y fisicoquímicas del agua, realizando talleres de capacitación y reflexión a distintas comunidades, implementando técnicas básicas para monitorear y analizar la temperatura, pH, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto y turbidez, flujo, sólidos suspendidos totales, contaminación fecal y biomonitoreo de macroinvertebrados (Flores-Díaz *et al.*, 2013).



El monitoreo de la calidad del agua que involucra a miembros de la comunidad se basa en el diseño de talleres de capacitación para la formación de técnicos, lo cual facilita la recopilación de mayor información accesible a menor costo y sobre todo tener un monitoreo constante de los sitios.

El presente programa implementa dos escenarios del monitoreo, el primero con base en una caracterización diagnóstica de sitio que permita definir la configuración electroquímica y microbiológica de los sitios de muestreo, mientras que el segundo se enfatiza en formar capital humano que continúe en el mediano plazo con las actividades de evaluación de la calidad del agua, bajo los protocolos y normas vigentes en México.

Dicho programa tiene su fundamento en la mejora continua, con base en la recapitulación de experiencias en campo analizadas desde la academia, en donde se involucra el conocimiento de sitio, la experiencia académica y la convicción por la conservación y manejo de los recursos hídricos, así como la conservación de las especies que en éstos residen.

La adecuación de técnicas estandarizadas es una vía por la cual los programas del monitoreo técnico (corto plazo) y el monitoreo comunitario (mediano plazo), pueden generar información relevante para la toma de decisiones, así como una herramienta útil para la comprensión de los procesos que ocurren en los sitios de muestreo.

El presente programa está diseñado para determinar la calidad del agua en los sitios de reintroducción de *Zoogoneticus tequila*, en Teuchitlán, Jalisco, en el corto y mediano plazo, como una estrategia para delimitar factores que puedan poner en riesgo la sobrevivencia y el éxito en la reintroducción de una población viable de dicha especie.



2. ANTECEDENTES

GWW-México inició con un grupo núcleo conformado por monitores certificados en Veracruz en 2005, obteniendo como resultado 129 talleres de capacitación principalmente en el análisis de características físico-químicas básicas del agua y de contaminación fecal, en los que se han capacitado a más de 750 personas y se han formado 45 grupos en doce estados de la República. A trece años de su inicio, el trabajo de GWW-México se ha extendido rápidamente, lo cual muestra la gran necesidad de contar con datos confiables disponibles para la toma de decisiones respecto al agua y el interés ciudadano de participar en estas decisiones.

El papel de los monitores comunitarios resulta crucial ya que puede apuntalar la cantidad de información con la que se cuenta a nivel local, regional y nacional, dado que las posibilidades ciudadanas son significativamente mayores a los recursos humanos con que cuentan las dependencias gubernamentales y académicas.

Barahona y Almeida-Leñero (2006), realizaron una recopilación en fascículos de información básica sobre instrumentos y acciones sencillas, factibles de realizar en las comunidades rurales utilizando equipos portátiles económicos (comparador de colores), para analizar y monitorear el cloro residual, el pH y la turbiedad del agua. Así como también haciendo uso de tablas y registros para obtención de datos, con la finalidad de prevenir la contaminación y dar saneamiento al agua, mediante el proceso de captación y distribución, así como para desinfectarla por su contaminación.

Bistraín *et al.*, (2011) realizaron un trabajo de monitoreo comunitario de la calidad del agua en cuencas rurales del bajo Balsas en 13 ejidos, conformados principalmente por comunidades rurales con muy alto índice de marginación. En dicho programa se trabajó con 221 personas, utilizando en la capacitación y el



trabajo técnico del equipo portátil (kit) desarrollado por el laboratorio La Motte, el cual permite la determinación rápida de algunos parámetros como la temperatura del aire, agua, el pH, la dureza, la alcalinidad y la turbidez. El trabajo se desarrolló en tres cuencas medianas de entre 220 y 440 Km² cada una, ubicadas en la Ribera Norte del Vaso de la Presa Infiernillo, en el Estado de Michoacán. Los resultados se obtuvieron en tres etapas, en la primera se realizó la capacitación para la formación de 14 técnicos comunitarios entre hombres y mujeres. La segunda etapa consistió en realizar prácticas de muestreo y determinación en campo, en las que se muestrearon en 2010; 66 sitios en 22 localidades de los 13 ejidos incluidos en este proyecto. La tercera etapa se concentró en la entrega de reportes de datos. Los resultados concluyen que la población rural, aun sin suficiente escolaridad formal y con fuertes rezagos socio-económicos, muestra un fuerte interés en la actividad de monitoreo, así como habilidades manuales desarrolladas para la obtención de datos y realización de determinaciones sencillas en campo.

Russildi (2010), diseñó un programa de monitoreo comunitario de los flujos de escorrentía en afluentes importantes del río Cuitzmala en la región de Chamela Jalisco, con una extensión de 1,089.27 km², el cual consistió en los siguientes pasos: acercamiento con la comunidad, diseño de monitoreo, instalación y capacitación, monitoreo y análisis. Los técnicos voluntarios llevaron a cabo el monitoreo iniciando en los meses de junio y julio hasta finalizar la temporada de lluvias (octubre y noviembre del 2008). En visitas periódicas se recolectaron los datos que los voluntarios capturaron. El autor concluye que el modelo empleado en este proyecto obtuvo buenos resultados gracias al apoyo, desempeño, disposición y participación de los miembros de las comunidades, así como también en la eficacia de materiales y métodos elegidos para el monitoreo comunitario.



3. MARCO LEGAL

En México el monitoreo de la calidad del agua es atribución de la Autoridad del Agua (Organismo de Cuenca) y los Consejos de Cuenca, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales en su última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el siete de junio del 2013, la cual establece en el artículo 13 numeral XVI que "Los Consejos de Cuenca tendrán a su cargo, conocer oportuna y fidedignamente la información y documentación referente a la disponibilidad en cantidad y calidad, los usos del agua y los derechos registrados, así como los tópicos y parámetros de mayor relevancia en materia de recursos hídricos y su gestión, con apoyo en el Organismo de Cuenca respectivo y sus sistemas integrados de monitoreo e información; difundir ampliamente entre sus miembros y la sociedad de la cuenca o cuencas que corresponda, la información y documentación referida, enriquecida con las orientaciones y determinaciones a las que arribe dicho Consejo de Cuenca".

Dicho instrumento jurídico indica además en el artículo 86 que "La Autoridad del Agua, tendrá a su cargo, en términos de Ley: I. Promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal, los sistemas de monitoreo y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas respectivas y las condiciones particulares de descarga. Realizar: El monitoreo sistemático y permanente de la calidad del agua, y mantener actualizado el Sistema de Información de la Calidad del Agua a nivel nacional, coordinado con el Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua en términos de esta Ley".

En México el Sistema Nacional de Información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación del Agua (SINA), da cumplimiento a las disposiciones contenidas en la Ley de Aguas Nacionales, de modo tal que se asegura que la planeación y programación hídricas estén sustentadas en una red de información, integrada a



partir del nivel local para alcanzar el nivel nacional; con la participación coordinada de organismos de cuenca, gobiernos locales, secretarías en el gobierno federal, consejos de cuenca y usuarios. Adicionalmente, el SINA atiende las disposiciones establecidas en el Programa Nacional Hidráulico 2014-2018, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Información Estadística y Geográfica, la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (CONAGUA, 2006)

4. OBJETIVO

Establecer un programa de monitoreo de la calidad del agua, el cual involucre en el mediano plazo el establecimiento del monitoreo comunitario de la calidad del agua, mismo que permitirá en el largo plazo el monitoreo de los manantiales del río Teuchitlán en Jalisco, México, con participación de la población residente en el municipio para identificar de forma temprana las variaciones en la calidad del agua, con el propósito de tomar medidas emergentes a circunstancias que dificulten el establecimiento de la población de *Zoogoneticus tequila*.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Ubicación geográfica

El proyecto se desarrolló en el municipio de Teuchitlán, el cual está ubicado en la Región Hidrológica número 14 Ameca, entre los paralelos 20°34' y 20°28' latitud norte y entre los meridianos 103°44' y 103° 55' de longitud oeste (Fig. 1). La altitud en la que se encuentra el municipio es entre los 1300 y 2100 msnm. Teuchitlán colinda en la parte norte con los municipios de Ahualulco de Mercado y Amatitán, en la parte este con los municipios de El Arenal, Tala y Amatitán; la parte sur con los municipios de Tala, Ameca y San Martín Hidalgo y en la parte oeste con Ameca y Ahualulco de Mercado (INEGI, 2009).

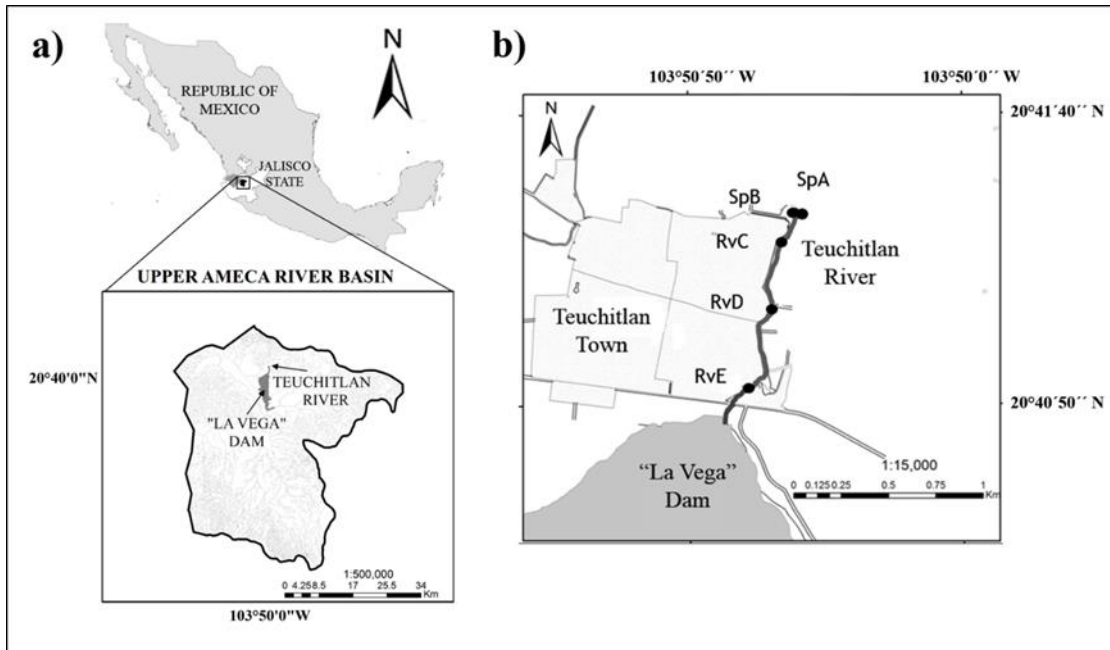


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio

6. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA AL CORTO PLAZO (PMCA)

El programa de monitoreo de la calidad del agua considera la caracterización físicoquímica y microbiológica en cinco sitios repartidos en los manantiales del río Teuchitlán y en el río del mismo nombre (Cuadro 1 y Fig. 1), en un periodo de cuatro años.

6.1 METODOLOGÍA DEL MONITOREO DEL PMCA

6.1.1 Selección de los sitios de muestreo

El área de estudio abarca el Río Teuchitlán, desde su nacimiento en los manantiales del rincón, hasta su desembocadura con el reservorio de La Vega (Fig. 1). Se eligieron cinco sitios, dentro de un transecto que abarca 1.08 km lineales (Cuadro 1 y Figura 2), los cuales corresponden a topofomas hidrológicas tipo manantial y un río de primer orden. Los primeros tres sitios se ubican en la



cabecera del río Teuchitlán, mientras que los subsecuentes se localizan a lo largo de la porción central del cauce principal del río Teuchitlán, hasta la sección alta de la presa de La Vega. Estos sitios fueron elegidos para incluir la variación ambiental visual presente en el río.

Cuadro 1. Sitios de muestreo.

Topografía Hidrológica	Sitios	Coordenadas geográficas		Altitud msnm
		Latitud Norte	Longitud Oeste	
Manantial	S1 Manantial Teuchitlán;	20° 41' 22.0"	-103° 50' 29.82"	1266
	Aluvial El Rincón			
Río Teuchitlán	S2 Río Teuchitlán; Abrevadero	20° 41' 23.88"	-103° 50' 30.84"	1266
	S3 Río Teuchitlán; Sección alta	20° 41' 19.20"	-103° 50. 31.40"	1265
	S4 Río Teuchitlán; Puente Escondido	20° 41' 6.66"	-103° 50' 34.86"	1265
	S5 Río Teuchitlán; Desembocadura	20° 40' 50.88"	-103° 50' 38.22"	1265

5.2. Características de los sitios de muestreo

El sitio 1 es el manantial Teuchitlán, dentro del balneario El Rincón, este sitio está totalmente modificado para uso recreativo (Fig. 3), el cual presenta estanques de concreto en forma de piscinas, es utilizado por los pobladores de la región como balneario. Es alimentado por manantiales permanentes que mantienen un flujo continuo. El fondo es pedregoso con piedras y rocas de diversos tamaños, carece de vegetación acuática.

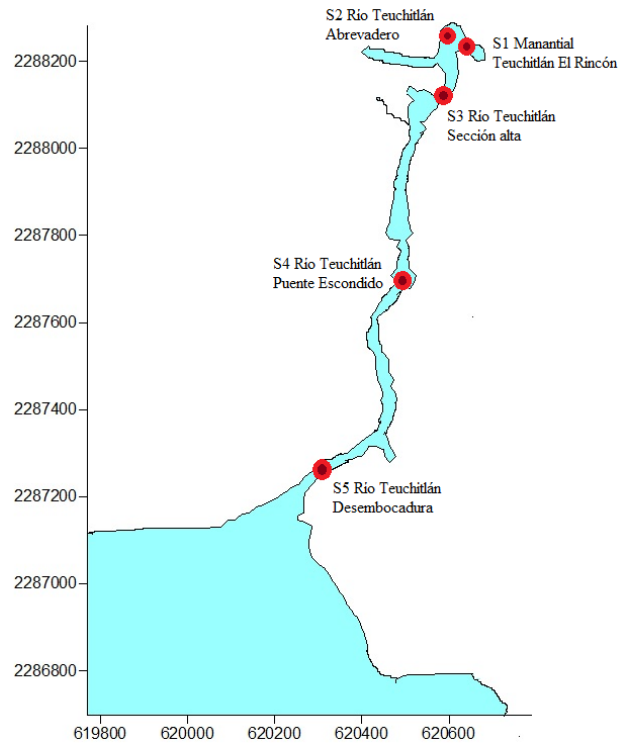


Figura 2. Ubicación geográfica de los sitios de colecta en Teuchitlán, Jalisco



Figura 3. Manantial Teuchitlán, dentro del balneario El Rincón



El sitio 2 es el abrevadero, ubicado a un costado de los manantiales del balneario El Rincón, es alimentado por algunos manantiales y es usado como abrevadero para ganado. La turbidez del agua depende de la época del año. Presenta vegetación flotante, enraizada emergente y árboles de higuera en su margen (Fig. 4). El nivel del agua es mantenido por una compuerta. El fondo está compuesto principalmente por limo.



Figura 4. Sitio 2, del abrevadero.

El Sitio 3 es la sección alta del Río Teuchitlán, la mayor parte del año está cubierta de vegetación flotante y en sus orillas se encuentran arboles de sauce y vegetación enraizada emergente (Fig. 5). El fondo está compuesto principalmente por limo.



Figura 5. Sitio 3, sección alta del Río Teuchitlán.



El sitio 4, está ubicado en la parte media del río, es utilizado para actividades recreativas como la pesca, así como recorridos en lancha (Fig. 6). Presenta pequeños manchones de vegetación acuática conformada por pasto principalmente. El fondo es principalmente limoso.



Figura 6. Sitio 4, sección media del río, utilizada con fines recreativos.

Sitio 5, está ubicado en la parte final del Río Teuchitlán, justo antes de su desembocadura con el reservorio de La Vega (Fig. 7). Se caracteriza por presentar materia orgánica visible por la descarga aguas residuales domésticas. Presenta pequeños manchones de vegetación acuática conformada por pasto principalmente. El fondo es principalmente limoso.



Figura 7. Sitio 5, parte final del Río Teuchitlán, justo antes de su desembocadura al reservorio de La Vega.



6.1.2 Selección de parámetros

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos implementados en el presente programa derivan del análisis de aguas potables y residuales de la APHA-AWWA-WPCF (1995).

Se registran *in situ* algunas variables enunciadas en el cuadro 3. No se plantearon análisis de contaminantes derivados de la actividad industrial, debido a que la zona de muestreo se localiza en la parte alta de la cuenca del río Teuchitlán en la cual se presentan nacimientos de agua y sus efluentes.

Dicha área geográfica se encuentra posicionada fuera del polígono de influencia de campos agrícolas, contaminación urbana, agrícola, ganadera o industrial, a diferencia de la presa de La Vega, en la cual López-López *et al.* (2004) reportan una mezcla de contaminantes de la industria azucarera, así como lixiviados del área agrícola adyacente. Sin embargo, este cuerpo de agua no está considerado dentro de los objetivos y alcances de este programa.

Cuadro 3. Parámetros registrados *in situ*.

Parámetros	Métodos/ Normas
Temperatura del aire (° C)	Termometría NMX-AA-007-SCFI-2013
Temperatura del agua (° C)	Termometría NMX-AA-007-SCFI-2000
Transparencia (m)	Disco de Secchi
Profundidad (m)	Sonda graduada
Oxígeno disuelto (mg/l)	Volumétrico NMX-AA-012-SCFI-2001
Velocidad del viento (km/hr)	Escala Beaufort
Dirección del viento	Escala Beaufort
Nubosidad (%)	Escala Beaufort
Color del agua	Óptico escala Munsell (2009)
pH	Conductivímetro NMX-AA-008-SCFI-2011



Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Conductivímetro NMX-AA-093-SCFI-2000
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Conductivímetro NMX-AA-034-SCFI-2001
Salinidad (‰)	Conductivímetro NMX-AA-093-SCFI-2000

En el Área de Análisis de Aguas del Laboratorio de Investigación de Biología Acuática de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se determinaron algunos parámetros fisicoquímicos (Cuadro 5), siguiendo los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la APHA-AWWA-WPCF (1995).

Las variables biológicas se determinaron con los métodos indicados en el cuadro 4.

Cuadro 4. Variables biológicas determinadas en el laboratorio

Variable	Método
Clorofila "a" ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Extracción por acetona (Lind, 1985)
Clorofila "b" ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Espectrofotométrico (750, 665, 645 y 630 nm)
Clorofila "c" ($\mu\text{g}/\text{L}$)	
Coliformes Totales y Coliformes Fecales	PROY-NMX-AA-121/3-SCFI-2008 NMX-AA-042-SCFI-2011

6.1.3 Frecuencia del monitoreo

Se asiste al campo en un periodo proyectado a cuatro años, en los cuales se recolectan muestras de forma bimestral, considerando la estacionalidad climática de la zona de estudio. Se inició con la toma y análisis de muestras en septiembre de 2016 y se concluirá en julio de 2018.



7. METODOLOGÍA DEL MUESTREO DEL PMCA

7.1 Tipos de muestra

Las muestras recolectadas en los sitios de muestreo corresponden a las del tipo simple (tomadas de forma directa en la superficie del cuerpo de agua), las cuales representan la composición fisicoquímica y microbiológica de forma espacial y temporal.

Derivado del monitoreo efectuado en el año 2016, se ha establecido que las fuentes son relativamente constantes a través del tiempo, por lo cual, el tipo de muestras representa la composición iónica y el comportamiento microbiológico de los sitios de muestreo.

Las muestras simples son utilizadas en programas de monitoreo en la caracterización de aguas de suministro, aguas superficiales, pero pocas veces de efluentes residuales. Cuando se sabe que un cuerpo de agua varía con el tiempo, las muestras simples tomadas a intervalos de tiempo, deben registrar la extensión, frecuencia y duración de las variaciones.

7.2 Envases para el muestreo

Los envases utilizados son tratados con respecto a lo estipulado en la normatividad vigente (NMX-AA-121-SCFI-2005), garantizando que estén libres de cualquier tipo de contaminante o bien se encuentren exentos de cualquier sustancia u microorganismo que se pretenda determinar en el presente programa, especialmente cuando el muestreo y el análisis son para componentes minoritarios.



7.3 Toma de muestra

La toma de muestras se realiza siguiendo los protocolos establecidos en el proyecto de la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-121-SCFI-2005, en lo referente a los criterios propuestos para la limpieza del material, la toma de muestra, el transporte y el tratamiento previo a su determinación en el laboratorio.

Cada una de las muestras se toma directamente con dos réplicas, en los diferentes sistemas acuáticos a evaluar. Una de ellas para el análisis fisicoquímico y la otra para el análisis microbiológico.

Con respecto a las muestras para análisis microbiológicos, éstas se obtienen directamente bajo condiciones asépticas y práctica de profilaxis, tomadas anaeróbicamente, almacenadas en recipientes de plástico estériles con una capacidad de 50 mL (bajo la NMX-AA-042-2015), y transportadas al Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología de la UMSNH para su respectivo análisis.

7.4 Preservación de la muestra

El almacenamiento y preservación de las muestras en el laboratorio se implementa siguiendo los criterios del manual "métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual de la APHA-AWWA-WPCF (1995)", así como de la normatividad mexicana (NMX) como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 5. Parámetros fisicoquímicos determinados en el laboratorio.

Parámetros	Normas	Tiempo máximo normado previo al análisis	Conservación
Alcalinidad total (mg/L)	NMX-AA-036-SCFI-2001	24 horas	0 a 4 °C
Alcalinidad a la fenolftaleína (mg/L)	NMX-AA-036-SCFI-2001	24 horas	0 a 4 °C



Dureza total (mg/L)	NMX-AA-072-SCFI-2001	6 meses	0 a 4 °C Acidificación pH 2
Dureza de Mg ⁺⁺ (mg/L)	NMX-AA-072-SCFI-2001		
Dureza de Ca ⁺⁺ (mg/L)	NMX-AA-072-SCFI-2001		
Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅ (mg/L)	NMX-AA-028-SCFI-2001	24 horas	0 a 4 °C
Sulfatos (mg/L)	NMX-AA-074-SCFI-2014	No especifica	0 a 4 °C
Cloruros (mg/L)	NMX-AA-073-SCFI-2001	1 semana	0 a 4 °C
Nitrógeno de nitrato (mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (1995)	48 horas	0 a 4 °C
Nitrógeno de nitritos (mg/L)	NMX-AA-099-SCFI-2006	24 horas o 48 horas	0 a 4 °C o -10 °C
Fósforo total (mg/L)	NMX-AA-029-SCFI-2001	28 días	0 a 4 °C
Fósforo reactivo(mg/L)	APHA-AWWA-WPCF (1995)	28 días	0 a 4 °C
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001	24 horas a 7 días	0 a 4 °C
Sólidos suspendidos (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001	24 horas a 7 días	0 a 4 °C
Sólidos sedimentables (mg/L)	NMX-AA-004-SCFI-2013	24 horas a 7 días	0 a 4 °C

8. ASEGURANZA Y CONTROL DE CALIDAD

La seguridad de la calidad hace referencia al conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar confianza sobre la generación de información en una caracterización limnológica. Mientras que el control de calidad se entiende como el proceso de regulación a través del cual se mide la calidad real, al comparar los resultados de las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas con los criterios de las normas en la materia. Por lo cual el presente programa seguirá los siguientes protocolos:

Linealidad. Se realiza con un estándar de concentración conocida, diluciones con más de cuatro niveles de concentración, y lectura por cuadruplicado.



Precisión. Se determina con 20 mediciones repetidas con un estándar de concentración conocida, a las cuales se les determinan atributos estadísticos relacionados a las medidas de tendencia central como la media, desviación estándar y el coeficiente de variación.

Veracidad. Se realiza con 10 lecturas de un material de referencia certificado y los cálculos estadísticos media, desviación estándar y coeficiente de variación.

Incertidumbre. Se calcula considerando la incertidumbre del material de referencia reportando, la incertidumbre del equipo y la incertidumbre de la medición obtenida con los datos de las repeticiones del análisis.

9. FORMATO DE RESULTADOS

La información generada en el periodo de muestreo se ingresará a una base de datos para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA), adecuado a la normatividad mexicana, el cual combina la ponderación de 15 parámetros fisicoquímicos como: Temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno, dureza total, cloruros, alcalinidad, nitratos, amonio, fósforo total, turbidez, coliformes fecales y coliformes totales, mismos que utilizan el algoritmo propuesto para México por León (1991). El resto de los parámetros determinados en la presente investigación se utiliza para llevar a cabo las inferencias *a posteriori* sobre el resultado que arroje el ICA, en el periodo de muestreo.

10. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA AL MEDIANO PLAZO

El programa de monitoreo de la calidad del agua al mediano plazo involucra el monitoreo comunitario de los manantiales de la cuenca alta del río Teuchitlán, el cual utiliza como medio inicial para la determinación de parámetros de campo y



laboratorio al equipo portátil desarrollado por el Área de Análisis de Aguas del Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Dicho programa consiste en los siguientes eventos:

Propuesta y capacitación del grupo comunitario

En este apartado se involucra a los administradores locales (dueños y encargados) de la zona en la cual se localizan los manantiales en donde se reintroducirá a *Zoogoneticus tequila*, a los cuales se les capacitará para la toma de datos *in situ* de algunos parámetros tales como: Temperatura (°C) de aire y agua, pH, alcalinidad total (mg/L), dureza total (mg/L), transparencia (cm), oxígeno disuelto (mg/L) y cloruros (mg/L).

El grupo de trabajo se conforma bajo las nociones del monitoreo de la calidad del agua, el cuidado y protección a las condiciones ecosistémicas requeridas por individuos endémicos y el desarrollo de habilidades de muestreo y manejo del Kit de campo de la UMSNH, así como la interpretación rápida de los datos generados.

Se desarrollarán talleres de capacitación formal, a través de los cuales se orientará a los integrantes del grupo comunitario sobre conceptos y procedimientos básicos para el monitoreo de los manantiales de la cuenca alta del río Teuchitlán

10.1 Selección de parámetros

Los parámetros fisicoquímicos implementados en el programa de monitoreo comunitario derivan del análisis de aguas potables y residuales de la APHA-AWWA-WPCF (1995). Se registran *in situ* algunas variables enunciadas en el cuadro 3.



En el área de estudio se determinan algunos parámetros fisicoquímicos entre los cuales destacan: alcalinidad total (mg/L), alcalinidad a la fenolftaleína (mg/L), dureza total (mg/L), dureza de Mg⁺⁺ (mg/L), dureza de Ca⁺⁺ (mg/L) y cloruros (mg/L), siguiendo los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la APHA-AWWA-WPCF (1995).

10.2 Frecuencia del monitoreo

Se asistió al campo en un periodo inicial de cuatro años, en los cuales se recolectan muestras de forma bimestral, considerando la estacionalidad climática de la zona de estudio. Se inició la toma y análisis de muestras en septiembre de 2016 y se continuará con el análisis limnológico hasta julio de 2018.

Posteriormente el grupo de monitores ambientales dentro del programa de monitoreo comunitario continuará el proceso de análisis durante los siguientes cinco años, garantizando la recopilación de información sobre el sitio de estudio.

11.FORMACIÓN INTEGRAL DE MONITORES AMBIENTALES

La formación del capital humano se desarrolla por medio de programas formales de capacitación continua, registrados en el Departamento de Educación Continua de la Facultad de Biología de la UMSNH, bajo el programa del Anexo 1.

12.MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

El manual del monitor ambiental (Anexo 2), fue desarrollado por el Área de Análisis de Aguas del Laboratorio de Biología Acuática "J. Javier Alvarado Díaz" de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, para la sistematización de la información recabada por el grupo de monitores comunitarios.



Resume en forma didáctica las particularidades del monitoreo de la calidad del agua y permite la implementación de técnicas estandarizadas con base en la normatividad mexicana en un análisis a escala, el cual hace eficiente la determinación y caracterización de la muestra.

Dicho texto de apoyo establece los protocolos y procedimientos en la toma de variables ambientales, la recolecta de datos en campo, la toma de muestra y la determinación de la misma *in situ*. Fue diseñado para personas de bajo perfil profesional con herramientas de lectoescritura.

13. SELECCIÓN DEL GRUPO DE MONITORES AMBIENTALES

Para conformar al grupo de monitores, se tomó en consideración el desempeño obtenido dentro del curso de monitores ambientales, así como el desarrollo de habilidades y destrezas en la caracterización de los sitios de muestreo, así como en el análisis de muestras, la sistematización e interpretación de resultados. Es conveniente que el grupo de monitores se integre por un coordinador, el responsable de la bitácora de campo y laboratorio, así como un auxiliar de análisis.

14. REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WEF. 1995. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22-nd ed. Washington: American Public Health Association; 1360 pp.
- Barahona L. y L. Almeida-Leñero (coord.). 2006. Educación para la conservación. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México. ISBN 970-32-2868-2. 422 pp.



- Bistraín, R. P., Tornadú, A. B., Jiménez, E. C., y Solórzano, H. R. 2011. Monitoreo comunitario de la calidad del agua en cuencas rurales del bajo balsas. Memorias del Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- CONAGUA, 2006. Estadísticas del agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 4ª edición. Ciudad de México. 198 pp.
- De la Lanza, E. G., Hernández P. S. y Carbajal P. J. L. 2011. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Segunda edición. Plaza y Valdés y Universidad Nacional Autónoma de México Ed. Ciudad de México. ISBN 9688568538, 9789688568538. 642 pp.
- Flores-Díaz, A., Ramos-Escobedo M.G., Ruiz-Córdova S.S., Manson R., Aranda E. y Deutsch W. 2013. Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global Water Watch-México. Conferencia. III Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas. 10 pp. Recuperado de: <file:///C:/Users/Rub%C3%A9n%20Hern%C3%A1ndez/Downloads/2%20Flores-D%C3%ADaz%20et%20al%202013%20Monitoreo%20comunitario%20del%20agua.pdf>.
- INEGI, 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos Teuchitlán, Jalisco. Disponible en <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/14/14095.pdf>. Fecha de acceso 17 de febrero del 2016.
- León, L, F.1991. Índice de calidad del agua, ICA, inf. #SH 9101/01. Instituto mexicano de tecnología del agua. México. 36 p.
- Lind, T. O. 1985. Handbook of common methods in Limnology. U.S.A. Second Edition. 198 pp.
- López-López, E. J. Paulo-Maya, A L. Carvajal, E. Ortiz-Ordóñez, E. Uría-Galicia y E. Mendoza Reynosa. 2004. Populations of the butterfly goodeid (*Ameca splendens*) in the upper Rio Ameca Basin, México. Journal of Freshwater Ecology.19: 575-580.
- Norma Mexicana NMX-AA-004-SCFI-2013. Análisis de agua - Determinación de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales



- tratadas. Diario Oficial de la Federación 13 de noviembre de 2013. México. 14p.
- Norma Mexicana NMX-AA-007-SCFI-2013. Análisis de agua - Determinación de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 23 de enero de 2014. México. 28p.
- Norma Mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011. Análisis de agua - determinación del pH- en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, Diario Oficial de la Federación 5 de octubre 2011. México. 26p.
- Norma Mexicana NMX-AA-012-SCFI-2001. Análisis de agua- Determinación del oxígeno disuelto en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 17 de abril 2001. México. 20p.
- Norma Mexicana NMX-AA-028-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en aguas naturales, residuales (DBO₅) y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 17 de abril 2001. México. 25p.
- Norma Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 17 de abril 2001. México. 21p.
- Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 1 de agosto 2001. México. 18 p.
- Norma Mexicana NMX-AA-036-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de la acidez total y de la alcalinidad total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 1 de agosto 2001. México. 22p.
- Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2011. Calidad del agua, determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva. Diario Oficial de la Federación 9 de julio 2013 México.21p.
- Norma Mexicana NMX-AA-072-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación de la dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 13 de agosto 2001. Mexico.19p.



- Norma Mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001 Análisis de agua - Determinación de cloruros totales en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 13 de agosto 2001. México. 18p.
- Norma Mexicana NMX-AA-074-SCFI-2001. Análisis de agua - Determinación del ion sulfato en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 13 de enero de 2015. México 18p.
- Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI-2000. Análisis de agua - Determinación de la conductividad electrolítica en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 18 de diciembre 2000. México.27p.
- Norma Mexicana NMX-AA-099-SCFI-2006. Análisis de agua - Determinación de nitrógeno de nitritos en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Diario Oficial de la Federación 5 de octubre 2011. 14p.
- Norma Mexicana PROY-NMX-AA-121/1-SCFI-2008. Análisis de agua – Aguas naturales epicontinentales, costeras y marinas – muestreo. Diario Oficial de la Federación 28 de septiembre de 2009. 37 pp.
- Norma Mexicana PROY-NMX-AA-121/3-SCFI-2008. Análisis de agua – Aguas naturales epicontinentales, costeras y marinas – muestreo. Diario Oficial de la Federación 28 de septiembre de 2009. 39 pp.
- Ramos-Escobedo, M.G. 2012. The Mexican story. En: Water: On Resource-Shared Effort Common Future. Eighth National Monitoring Conference. Recuperado de:
http://acwi.gov/monitoring/conference/2012/ESI8_Ramos.pdf
- Russildi G. G. V. 2010. Implementación de un monitoreo comunitario de escorrentía en las afluentes de la cuenca del río Cuitzmala, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.



ANEXO 1.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO
FACULTAD DE BIOLOGÍA**



CURSO-TALLER

**“CURSO DE FORMACIÓN DE MONITORES
AMBIENTALES”**

PERIODO EN EL QUE SE IMPARTE: 18 de septiembre 2016 al 17 de diciembre de 2017

HORARIO: 11:00 a 16:00 horas

CUPO: 30 PERSONAS

CARGA HORARIA: 55 HORAS

TEORÍA: 22 HORAS

PRÁCTICA: 11 HORAS

CAMPO: 22 HORAS

CATEGORÍA: ESPECIALIZADO

LUGAR DE IMPARTICIÓN:

BALNEARIO EL RINCON, TEUCHITLÁN, JALISCO

CASA DE LA CULTURA, TEUCHITLÁN, JALISCO

FECHA DE ELABORACIÓN: 20 de enero de 2016

PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN:

M.C. RUBÉN HERNÁNDEZ MORALES

PARTICIPANTES EN LA IMPARTICIÓN:

M.C. RUBÉN HERNÁNDEZ MORALES

PERFIL DEL PROFESOR: Licenciatura o Posgrado en Ciencias Biológicas, con especialidad en monitoreo, evaluación y manejo de recursos acuáticos continentales, así como en el análisis fisicoquímico y biológico del agua.



I. INTRODUCCIÓN

En México el análisis de los recursos acuáticos epicontinentales ha tenido gran repercusión en las políticas de desarrollo del país, ya que el agua es un tema direccional y sector estratégico para el impulso de actividades productivas (De la Lanza *et al.*, 2007). Las investigaciones limnológicas son en gran porcentaje descriptivas, orientándose principalmente a la evaluación y caracterización de algunos recursos hídricos así como a la descripción de sus interacciones biológicas en la sección centro, oriente y occidente de la república mexicana, pocas de ellas difundidas en publicaciones arbitradas y eventos académicos, más lo que es alarmante, la mayoría son monitoreos eventuales sin cobertura estacional de largo periodo (Alcocer y Bernal-Brooks, 2010). En la actualidad la vida institucional en materia de agua es insuficiente, ya que no se cuenta con la cobertura espacial para realizar estudios a largo plazo de lagos, ríos, presas, manantiales, aguas subterráneas y charcas temporales (De la Lanza *et al.*, 2007). Es por ello que las unidades académicas con departamentos especializados en el monitoreo limnológico de ecosistemas acuáticos deben de capacitar a personal para generar información de calidad, brindándoles las herramientas necesarias en el análisis e interpretación de la información limnológica, para redactar textos académicos que aborden la comprensión del funcionamiento del ecosistema y permitan elaborar recomendaciones para su manejo y conservación, una vez establecidas sus características ambientales.

II. OBJETIVO

Otorgar al participante del curso las herramientas básicas para que inicie su formación dentro de un programa de monitoreo comunitario, el cual permita la obtención de información de calidad, la cual interpretará de manera concisa y eficiente, generando conclusiones objetivas que propicien la conservación del recurso acuático y el incremento de su calidad ecológica.

III. CONTENIDO

UNIDAD I EL MONITOREO COMUNITARIO

OBJETIVO

Comprender las bases del monitoreo comunitario dentro de la formación de un monitor ambiental, en el cual como principio base se distingue una apropiación del recurso, como fundamento para su análisis, monitoreo y manejo-conservación.

1.1 Organizaciones



1.1.1 Actores comunitarios

1.2 Capacitación y educación comunitaria

1.2.1 Aseguranza de la calidad del agua

1.2.2 Fuentes de contaminación

1.2.3 Contaminantes

1.2.4 Enfermedades potenciales para el ser humano y la flora y fauna acuáticas

1.3 Modelo de organización comunitaria

1.3.1 Priorización de problemas

1.3.2 Panes de trabajo

1.3.3 Trabajo comunitario

1.4 Acompañamiento técnico

1.4.1 Diagnóstico comunitario

1.4.2 Monitoreo de actividades

1.4.3 Evaluación técnica

1.5 Comunicación técnica

1.5.1 Herramientas de comunicación

1.5.2 Retroalimentación y aprendizaje

1.5.3 Capacidades técnicas

1.6 Valores del capital humano

UNIDAD II EL ECOSISTEMA ACUÁTICO

OBJETIVO

Definir que es un ecosistema acuático, conocer que partes lo integran y resaltar la importancia de la conservación de su estabilidad cíclica.

2.1 Ecosistema acuático

2.1.1 Lagos tropicales

2.1.1.1 Lago volcánico

2.1.1.2 Lago tectónico

2.1.2 Ríos

2.1.3 Aguas subterráneas

2.1.4 Manantiales

2.1.5 Charcas temporales

2.1.6 Estanques

2.2 Componentes del ecosistema acuático

2.3 Estabilidad energética del ecosistema



UNIDAD III MONITOREO DEL SISTEMA ACUÁTICO

OBJETIVO

Analizar la fundamentación del muestreo en sistemas acuáticos profundos y someros, tanto para la obtención de muestras para datos fisicoquímicos, como para la determinación de variables biológicas.

- 3.1 Normatividad vigente para el muestreo
 - 3.1.1 Normas Oficiales Mexicanas
 - 3.1.2 Normas Mexicanas
 - 3.1.3 American Public Health Association (APHA)
 - 3.1.4 Comisión Nacional del Agua
- 3.2 Textos limnológicos de referencia
- 3.3 Tipos de muestreo
 - 3.3.1 Muestreo espacial
 - 3.3.2 Muestreo temporal
 - 3.3.3 Muestreo cualitativo
 - 3.3.4 Muestreo cuantitativo
- 3.4 Materiales del muestreo
- 3.4 Colecta, transporte y preservación de muestras

UNIDAD IV TÉCNICAS ESTANDARIZADAS EN EL MONITOREO COMUNITARIO

OBJETIVO

Capacitarse en el manejo de una muestra biológica, reactivos y la bitácora de campo

- 4.1 Conceptos
 - 4.1.1 Muestra
 - 4.1.2 Solución
 - 4.1.3 Indicador
 - 4.1.4 Análisis volumétrico
 - 4.1.5 Análisis colorimétrico
 - 4.1.6 Técnicas de aforo
 - 4.1.7 Asepsia, Antisepsia y Profilaxis
 - 4.1.8 Variables físicas
 - 4.1.9 Variables químicas
 - 4.1.10 Variables microbiológicas
- 4.2 Variables de campo
 - 4.2.1 Temperatura del agua
 - 4.2.2 Temperatura del aire



- 4.2.3 Nubosidad
- 4.2.4 Dirección del viento
- 4.2.5 Velocidad del viento
- 4.2.6 Materia aparente
- 4.2.7 Color aparente
- 4.2.8 Profundidad
- 4.2.9 Transparencia
- 4.2.10 Turbidez
- 4.2.11 Potencial de Hidrógeno
- 4.2.12 Observaciones de campo

- 4.3 Análisis volumétrico
 - 4.3.1 Alcalinidad a la fenolftaleína
 - 4.3.2 Alcalinidad total
 - 4.3.3 Dureza Total
 - 4.3.4 Dureza de Magnesio
 - 4.3.5 Dureza de Calcio
 - 4.3.6 Cloruros
 - 4.3.7 Fósforo reactivo
 - 4.3.8 Nitrógeno como nitratos

- 4.4 Análisis microbiológicos
 - 4.4.1 Unidades formadoras de colonias coliformes totales
 - 4.4.2 Unidades formadoras de colonias coliformes fecales

- 4.5 Validación de datos en el monitoreo comunitario
 - 4.5.1 Exactitud
 - 4.5.2 Precisión
 - 4.5.3 Limite de detección
 - 4.5.4 Limite de cuantificación
 - 4.5.5 Robustez
 - 4.5.6 Aplicabilidad
 - 4.5.7 Selectividad
 - 4.5.8 Incertidumbre

- 4.6 Bitácoras de campo

- 4.7 Software y obtención de resultados

- 4.8 Certificados de análisis

UNIDAD V TECNICAS COMUNES EN EL ANÁLISIS DE AGUAS

OBJETIVO

Analizar los textos limnológicos y la normatividad vigente en materia de técnicas de análisis de aguas.



- 5.1 Normas Oficiales Mexicanas
- 5.2 Normas Mexicanas
- 5.3 American Public Health Association (APHA)
- 5.4 Comisión Nacional del Agua
- 5.5 Textos Limnológicos

IV. ACTIVIDADES DE LABORATORIO Y CAMPO

- 4.1 Toma de muestras
- 4.2 Registro de variables de campo
- 4.3 Registro de variables volumétricas

V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL CURSO

En la parte teórica, se trabajarán exposiciones en láminas de Power Point para el desarrollo de la conceptualización de la materia. Además del análisis de artículos científicos especializados para la extracción de información limnológica que permita la elaboración de la discusión y conclusión del comportamiento de las variables internas y externas del sistema acuático.

En la parte práctica se asistirá a campo para la obtención de muestras y se realizarán las determinaciones de los parámetros comunes en la evaluación limnológica del sistema acuático.

VI. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Participaciones	10%
Marco conceptual	20%
Trabajo de campo	10%
Trabajo de laboratorio	30%
Bitácoras	30%
TOTAL	100%

NOTA: Para poder acreditar el curso el participante del curso deberá de acreditar el 80% de la asistencia.

VII. SALIDA A CAMPO

1. Salidas al campo en Teuchitlán, Jalisco.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Alcocer, J. y F. Bernal Brooks. 2010. **Limnology in México**. Hidrobiologia.644: 15 a 68 pp.



- APHA AWWA WPCF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19TH edition. American Public Health Association (APHA), American Methods Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF) USA.
- Bernal-Brooks, F. W., 1998. **The lakes of Michoacán (México): a brief history and alternative point of view**. *Freshwater Forum* 10: 20 - 34
- Carlson, R. E. 1977. **A trophic state index for lakes**. *Limnology y Oceanography*. 22: 361 - 369
- Cole, G. A. 1994. **Textbook of Limnology**. Waveland Press. Illinois USA. 412 pp.
- De la Lanza E. G. 2007. **Las Aguas Interiores de México, Conceptos y Casos**. AGT Editor. México D.F. 695 pp.
- Häkanson, L. 1981. **A manual of lake morphometry**. Springer Verlag. Berlin Germany. 78 pp.
- Margalef, R. 1983. **Limnología**. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España. 1010 pp.
- Wetzel, R. G. 1981. **Limnología**. Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 679 pp.
- Wetzel, R. G. 2001. **Limnology**. Third edition. Academic Press. San Diego California USA. 1006 pp.



ANEXO 2.



**UNIVERSIDAD
 MICHOACANA DE SAN
 NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA
 ACUÁTICA
 "J. JAVIER ALVARADO DÍAZ"

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS

**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

❖ INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS
 ❖ BITÁCORA DE CAMPO
 ❖ CALCULOS
 ❖ BITÁCORA DE LABORATORIO

M.C. RUBÉN HERNÁNDEZ MORALES
 PROFESOR-INVESTIGADOR
 COORDINADOR
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS
 UMSNH

quercusbios@hotmail.com
<http://zoogoneticustequila.wix.com/zoogoneticustequila>

OBJETIVO GENERAL

Otorgar al monitor ambiental las herramientas básicas para que inicie su formación dentro de un programa de monitoreo comunitario, el cual permita la obtención de información de calidad, la cual interpretará de manera concisa y eficiente, generando conclusiones objetivas que propicien la conservación del recurso acuático y el incremento de su calidad ecológica.

OBJETIVOS PARTICULARES

Establecer un programa de monitoreo comunitario de la calidad el agua que pueda ser operado por la gente de la localidad a largo plazo, para garantizar el éxito de la reintroducción de *Zoogoneticus tequila*

El grupo de trabajo bimestralmente generará el reporte del monitoreo de la calidad del agua, con las alertas respectivas.

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL	MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL												
INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS	INDICE												
<u>PROTOCOLO GENERAL</u>													
<ol style="list-style-type: none"> 1. TOMAR LA MUESTRA DE AGUA 2. REGISTRAR TEMPERATURAS 3. REPORTAR VALOR DE pH 4. ANOTAR COLOR APARENTE DEL AGUA 5. MEDIR TRANSPARENCIA Y PROFUNDIDAD 6. REGISTRAR VARIABLES AMBIENTALES 7. ANOTAR OBSERVACIONES 	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">Pág</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Actividades de campo</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>2. Actividades de laboratorio</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> <tr> <td>3. Sección de cálculos</td> <td style="text-align: right;">18</td> </tr> <tr> <td>4. Bitácora de campo</td> <td style="text-align: right;">21</td> </tr> <tr> <td>5. Bitácora de laboratorio</td> <td style="text-align: right;">27</td> </tr> </tbody> </table>		Pág	1. Actividades de campo	1	2. Actividades de laboratorio	12	3. Sección de cálculos	18	4. Bitácora de campo	21	5. Bitácora de laboratorio	27
	Pág												
1. Actividades de campo	1												
2. Actividades de laboratorio	12												
3. Sección de cálculos	18												
4. Bitácora de campo	21												
5. Bitácora de laboratorio	27												



MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: CAMPO

ACTIVIDADES DE CAMPO

1

PARÁMETRO: TEMPERATURA DEL AIRE			
PASOS	INSTRUCCIÓN	TIEMPO	UNIDAD
1	Sacar el termómetro del kit de monitoreo		
2	Verificar que se encuentre seco el bulbo del termómetro		
3	Sujetarlo de la porción anterior y mantenerlo de forma vertical suspendido en el aire	3	minutos
4	No tocar el bulbo del termómetro		
5	Con los ojos frente a la marca del capilar registrar el dato proporcionado por el termómetro.	EN BITACORA	

PARÁMETRO: TEMPERATURA DEL AGUA			
PASOS	INSTRUCCIÓN	TIEMPO	UNIDAD
1	Sacar el termómetro del kit de monitoreo		
2	Sujetarlo de la porción anterior e introducirlo de forma vertical en el agua del sitio de muestreo o en el frasco con la muestra recién colectada.	3	minutos
3	Con el pulgar y dentro del agua, señalar hasta donde llega la marca del capilar del termómetro		
4	Con los ojos frente a la marca del capilar registrar el dato proporcionado por el termómetro.	EN BITACORA	

2

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: CAMPO

PARÁMETRO: pH			
PASOS	INSTRUCCIÓN	TIEMPO	UNIDAD
1	Sacar una tira reactiva del frasco de pH. Cuidar no tocar la banda reactiva.		
2	Sujetarla de la porción anterior e introducirla de forma vertical en la muestra del agua.		
3	Agitar	3	minutos
4	Con auxilio de la franja de colores del frasco, comparar el color obtenido por la tira reactiva		
5	Registrar datos	EN BITACORA	

PARÁMETRO: COLOR APARENTE	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Utilizar la escala de color Munsell
2	Observar el color que presenta el cuerpo de agua
3	Buscar el color en la escala Munsell
4	Registrar en la bitácora el color observado

3

ESCALA MUNSELL
TABLA DE COLOR CAFÉ

VALOR

CROMA

TABLA DE COLOR ROJO

VALOR

CROMA

4



ESCALA MUNSELL

TABLA DE COLOR AZUL/GRIS

TABLA DE COLOR AZUL

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: CAMPO

PARÁMETRO: TRANSPARENCIA	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Introducir despacio el disco blanco y negro en el agua
2	Dejarlo bajar en el agua hasta que no se observe su color
3	Levantarlo hasta que se comience a observar
4	Con la mano sujetar la cuerda para registrar la transparencia
5	Medir con auxilio de una cinta métrica y con la cuerda en posición vertical
6	Registrar el dato en la bitácora

PARÁMETRO: PROFUNDIDAD	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Introducir despacio el disco blanco y negro en el agua
2	Dejarlo bajar en el agua hasta que toque al fondo.
3	Con la mano sujetar la cuerda para registrar la profundidad
4	Medir con auxilio de una cinta métrica y con la cuerda en posición vertical
5	Registrar el dato en la bitácora

5 6

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: CAMPO

PARÁMETRO: NUBOSIDAD	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Observar la cobertura de nubes sobre el cuerpo de agua, no considere las del perímetro
2	Con auxilio de la Escala Beaufort observar el tipo de cobertura de nubes
3	Registrar el dato en la bitácora

ESCALA BEAUFORT (NUBOSIDAD)

	Cielo despejado		5/8 de cielo cubierto
	1/8 de cielo cubierto		6/8 de cielo cubierto
	2/8 de cielo cubierto		7/8 de cielo cubierto
	3/8 de cielo cubierto		8/8 de cielo cubierto
	4/8 de cielo cubierto		Cielo oscurecido

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: CAMPO

PARÁMETRO: VELOCIDAD DEL VIENTO	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Mojar el dedo índice
2	Con auxilio de la Escala Beaufort observar la velocidad del viento si es que el dedo índice se enfría
3	Considerar la observación propuesta por la escala Beaufort
4	Relacionar la observación con el número en km/hr
5	Registrar el dato en la bitácora

PARÁMETRO: DIRECCIÓN DEL VIENTO	
PASOS	INSTRUCCIÓN
1	Mojar el dedo índice
2	Observar que parte del dedo se enfría
3	Ubicar algún objeto donde se percibe la dirección del viento
4	Con auxilio de una brújula, indicar la dirección de la que proviene el viento con base en los puntos cardinales y los grados correspondientes.
5	Registrar en la bitácora la dirección del viento con respecto a los puntos cardinales y los grados correspondientes en la bitácora

7 8



**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS: LABORATORIO

PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO			
PASOS	INSTRUCCIÓN	VOLÚMEN	UNIDAD
1	Llenar el frasco MEDIDOR hasta el tope con agua proveniente de la muestra	24	ML
2	Transferir al frasco OXIGENO		
3	Agregar sulfato manganoso	2	Gotas
4	Homogenizar		
5	Agregar alcali yoduro	2	Gotas
6	Homogenizar y dejar precipitar la muestra por lo menos a la mitad		
7	Agregar ácido sulfúrico concentrado	2	Gotas
8	Homogenizar hasta que el color sea homogéneo		
9	Agregar almidón	3	Gotas
10	Homogenizar		
	Agregar Tiosulfato de sodio hasta que la muestra regrese a su color natural.		
11	Gota a gota y homogenizando. Registre datos de gotas gastadas de Tiosulfato de sodio en bitácora		
12	Verificar que se encuentren los datos en la BITACORA por triplicado.		

13

**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

PARÁMETRO: ALCALINIDAD TOTAL			
PASOS	INSTRUCCIÓN	VOLÚMEN	UNIDAD
1	Llenar el frasco MEDIDOR hasta el tope con agua proveniente de la muestra	24	mL
2	Transferir al frasco ANALIZADOR		
3	Adicionar fenolftaleina	2	gotas
4	Homogenizar		
5	Si presenta color rosado, agregar gotas de Ácido Sulfúrico 0.02 N hasta que el color desaparezca. Gota a gota y homogenizando, si no, siga el paso seis. Registre datos de gotas gastadas de Ácido Sulfúrico 0.02 N en bitácora		
6	Adicionar anaranjado de metilo	3	gotas
7	Homogenizar		
8	Agregar gotas de Acido Sulfúrico 0.02 N hasta el vire de amarillo a canela. Gota a gota y homogenizando. Registre datos de gotas gastadas de Ácido Sulfúrico 0.02 N en bitácora		
9	Verificar que se encuentren los datos en la BITACORA por triplicado.		

14

**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

PARÁMETRO: CLORUROS			
PASOS	INSTRUCCIÓN	VOLÚMEN	UNIDAD
1	Llenar el frasco MEDIDOR hasta el tope con agua proveniente de la muestra	24	mL
2	Transferir al frasco ANALIZADOR		
3	Adicionar Cromato de Potasio.	3	Gotas
4	Homogenizar		
5	Agregar Nitrato de Plata hasta que el color vire de amarillo a rojo ladrillo. Gota a gota y homogenizando. Registre datos de gotas gastadas de Nitrato de Plata en bitácora		
6	Verificar que se encuentren los datos en la BITACORA por triplicado.		

15

**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

PARÁMETRO: DUREZA TOTAL			
PASOS	INSTRUCCIÓN	VOLÚMEN	UNIDAD
1	Llenar el frasco MEDIDOR hasta el tope con agua proveniente de la muestra	24	mL
2	Transferir al frasco ANALIZADOR		
3	Adicionar solución bufer pH 10	14	gotas
4	Adicionar ericromo negro T	2	gotas
5	Homogenizar		
6	Agregar E.D.T.A. hasta que el color vire de vino a morado. Agitar para que se desarrolle el color azul, si no adicionar cuidadosamente E.D.T.A. hasta que aparezca un color azul. Gota a gota y homogenizando. Registre datos de gotas gastadas de Tiosulfato de sodio en bitácora.		
7	Verificar que se encuentren los datos en la BITACORA por triplicado.		

16



**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

INSTRUCCIONES Y PROCEDIMIENTOS

PARÁMETRO: DUREZA DE CALCIO			
PASOS	INSTRUCCIÓN	VOLÚMEN	UNIDAD
1	Llenar el frasco MEDIDOR hasta el tope con agua proveniente de la muestra	24	mL
2	Transferir al frasco ANALIZADOR		
3	Adicionar hidróxido de sodio 1N	14	gotas
4	Adicionar una pizca de murexida	2	Dosis
5	Homogenizar		
6	Agregar E.D.T.A. hasta que el color vire de rosa a lila. Gota a gota y homogenizando. Registre datos de gotas gastadas de Tiosulfato de sodio en bitácora.		
7	Verificar que se encuentren los datos en la BITACORA por triplicado.		

**SECCIÓN
 DE
 CÁLCULOS**

17

18

**MANUAL DEL MONITOR
 AMBIENTAL**

CÁLCULOS

PARÁMETRO:	ALCALINIDAD TOTAL
------------	-------------------

Alcalinidad como CaCO₃ en mg/L

$$= \frac{(V_1/15) * (0.02) * (50) * (1000)}{24}$$

V₁ = promedio de gotas de ácido sulfúrico utilizado para neutralizar o acidificar la muestra

PARÁMETRO:	CLORUROS
------------	----------

Cloruros en mg/L

$$= \frac{(V_1/15) - (0.2) * (0.0141) * (35450)}{24}$$

V₁ = promedio de gotas de nitrato de plata gastados en la titulación de la muestra

PARÁMETRO:	OXÍGENO DISUELTO
------------	------------------

Oxígeno Disuelto en mg/L

$$= \frac{(V_1/15) * (0.025) * (8) * (1000)}{24}$$

V₁ = promedio de gotas de tiosulfato de sodio utilizado para regresar al color natural de la muestra

19

20

PARÁMETRO:	DUREZA TOTAL
------------	--------------

$$\text{Dureza Total en mg/L} = \frac{(V_1/15) * (1000)}{24}$$

V₁ = promedio gotas de E.D.T.A. utilizado para que la muestra cambie a color azul

PARÁMETRO:	DUREZA DE CALCIO
------------	------------------

$$\text{Dureza de Calcio en mg/L} = \frac{(V_1/15) * (1000)}{24}$$

V₁ = promedio de gotas de E.D.T.A. utilizado para que la muestra cambie a color lila



MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL	MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL
BITACORA DE LABORATORIO	BITACORA DE LABORATORIO
NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO: _____	
FECHA: _____	
PARÁMETRO: ALCALINIDAD (mg/L)	PARÁMETRO: DUREZA TOTAL (mg/L)
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para quitar el color rosa del agua	INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra vire a color azul
GOTAS	GOTAS
Concentración	Concentración
PARÁMETRO: CLORUROS (mg/L)	PARÁMETRO: DUREZA DE CALCIO (mg/L)
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que aparezca el color ladrillo	INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra vire de rosa a lila
GOTAS	GOTAS
Concentración	Concentración
PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	_____ FIRMA RESPONSABLE DE LA BITÁCORA DE LABORATORIO
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra retorne a su color natural	
GOTAS	
Concentración	
29	30

MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL	MANUAL DEL MONITOR AMBIENTAL
BITACORA DE LABORATORIO	BITACORA DE LABORATORIO
NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO: _____	
FECHA: _____	
PARÁMETRO: ALCALINIDAD (mg/L)	PARÁMETRO: DUREZA TOTAL (mg/L)
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para quitar el color rosa del agua	INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra vire a color azul
GOTAS	GOTAS
Concentración	Concentración
PARÁMETRO: CLORUROS (mg/L)	PARÁMETRO: DUREZA DE CALCIO (mg/L)
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que aparezca el color ladrillo	INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra vire de rosa a lila
GOTAS	GOTAS
Concentración	Concentración
PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	_____ FIRMA RESPONSABLE DE LA BITÁCORA DE LABORATORIO
INSTRUCCIÓN Gotas requeridas para que la muestra retorne a su color natural	
GOTAS	
Concentración	
31	32



INFORME TÉCNICO
PROYECTO: "Reintroducción de *Zoogoneticus tequila* en manantiales del Río
Teuchitlán, Jalisco, México".

