



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

F.E.S. ZARAGOZA

EVALUACION DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE
FAVORECEN UN BROTE DE BOTULISMO AVIAR EN LA
LAGUNA DE YURIRIA, GUANAJUATO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ERIK RAMOS HIGUERA



DIRECTOR: M.C. JESUS GARCIA CABRERA
ASESOR INTERNO: BIOL. ANGELICA E. GONZALEZ SCHAFF

MEXICO, D. F.,

AGOSTO DE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme a este punto en mi camino.

A mis papas: José Ramos Baltazar y Cristina Higuera García, por ser un ejemplo de amor. Por transmitirme con hechos y no solo con palabras los principios fundamentales de vida, de manera especial por su paciencia y comprensión.

A mis hermanas: Teresa Ramos Higuera, Nubia Ramos Higuera y Gizel Ramos Higuera, por su apoyo, cariño y comprensión, pero sobre todo por el orgullo de ser su hermano.

A un ángel: Mayte, por inundar este hogar de amor y felicidad.

A mi hermano: Alejandro Ramírez Torres, por saberte siempre presente.

A mis abuelos paternos: Luis Ramos y Teresa Baltazar, por estar a nuestro lado en todo momento y haber cimentado las bases de esta familia.

A mis abuelos maternos: José Higuera y Aurelia García, por su ejemplo de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Nacional Autónoma de México, mi *alma mater*.

Al Dr. Jesús García Cabrera, director de tesis, por sus aportaciones y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo. También por su amistad apoyo y paciencia.

A la Biól. Angélica Elaine González Shaff, por su asesoría y disposición en la conclusión de este trabajo.

Al M. en C. Justo Salvador Hernández Avilés, por su exhaustiva revisión de tesis y valiosas correcciones al presente trabajo.

Al resto de los sinodales: M. en C. Manuel Faustino Rico Bernal y Biól. Maricela Arteaga Mejía por sus acertados comentarios y aportes al trabajo final.

A la Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua y especialmente al personal de la Subgerencia de Laboratorios y Monitoreo por su apoyo y amistad.

A la Gerencia Estatal en Guanajuato de la Comisión Nacional del Agua, por el apoyo en campo y análisis de laboratorio. A través del Biól. José María Alvarado Ortega. Jefe del Departamento de Saneamiento y Calidad del Agua. Biól. Ignacio Rodríguez Alfaro y C. Luis Saldaña Martínez.

INDICE

	PÁGINA
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Botulismo	3
1.1.1. Definición	3
1.1.2. Etiología	3
1.1.3. Sinónimos	4
1.1.4. Patogenia	4
1.1.5. Signos clínicos	5
1.2. Epizootiología	6
1.2.1. Condiciones ambientales	6
1.2.2. Especies afectadas	6
1.2.3. Letalidad	6
1.3. Migración	7
2. ANTECEDENTES	8
2.1. Presa de Silva	8
2.2. Presa Centenario	8
2.3. Presa la Estación	8
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
3.1. Localización	10
3.2. Clima	10
3.3. Hidrología	10
3.4. Fisiografía	11
3.5. Edafología	11
3.6. Geología	11
3.7. Vegetación	12
3.7.1. Bosque tropical caducifolio	12
3.7.2. Matorral subinerme nopalera	13
3.7.3. Pastizal natural	13
3.7.4. Pastizal inducido	13
3.7.5. Agricultura de temporal	14
3.8. Fauna	14
3.8.1. Mastofauna	14
3.8.2. Avifauna	14
4. HIPÓTESIS DE TRABAJO	15
5. OBJETIVO GENERAL	15
5.1. Objetivos particulares	15
6. METODOLOGÍA	16
6.1. Ubicación de estaciones de monitoreo	16
6.2. Evaluación visual del ambiente	17
6.3. Calidad del agua	22
6.4. Manejo de datos	23
7. RESULTADOS	24
8. ANALISIS DE RESULTADOS	35
9. CONCLUSIONES	40
10. RECOMENDACIONES	40
11. LITERATURA CITADA	41
12. ANEXOS	46

RESUMEN

En el presente se evaluaron las condiciones ambientales que favorecen un brote de botulismo aviar en la Laguna de Yuriria, Guanajuato. Realizando cuatro muestreos a lo largo de un ciclo anual, iniciando en mayo de 2002 a febrero de 2003. Se evaluó la calidad del agua con base a los parámetros físicos, químicos y biológicos, determinando que el agua es adecuada para la protección de la vida acuática, con base a los límites establecidos por los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CE-CCA-001/89, 1989).

El comportamiento del lago es polimíctico cálido continuo, se trata de un cuerpo de agua básico con pH 8.3 a 9.5. La temperatura varió de 18 a 28 °C y el oxígeno disuelto de 5.1 a 13.6 mg/L. La concentración de nutrientes fue elevada para fosfatos y sulfatos, presentando valores bajos de nitratos, nitritos y amonio. En general la mayoría de los parámetros físicos y químicos se vieron influenciados por las temporadas de estiaje y lluvias. La evaluación del ambiente describe un sitio contaminado con un grado de eutroficación alto.

Se registraron 44 especies de aves, en 32 géneros, 41 familias que incluyen 9 subfamilias y 8 ordenes. El sitio con mayor riqueza específica es Puquichapio con 30 especies, seguido por Cuadrilla con 27, Cahuajeo con 25, San Pedro con 24, Tepetates con 23, Santiaguillo con 20, los sitios con menos especies son Granjeral y Rancho Viejo con 15. De las 44 especies identificadas en los monitoreos, se encontraron 6 especies que están protegidas por la NOM-059-ECOL-2001 Protección Ambiental-Especies Nativas de México Flora y Fauna Silvestre.

De las tres condiciones fisico-químicas que se requieren para que germine se reproduzca y genere toxina *Clostridium botulinum*, dos de ellas se cumplieron pH alcalino y temperaturas cálidas, no así la de anoxia. En la Laguna de Yuriria no se presentó ningún brote de botulismo aviar durante el tiempo que se realizó el estudio.

Las aves acuáticas más susceptibles al botulismo aviar fueron migratorias en particular las especies *Anas clypeata* pato cucharón, *Anas discors* cerceta azul y *Anas acuta* pato golondrino, registradas en los embalses del norte del estado, los cuales son utilizados como zonas de descanso y alimentación, es durante estas estancias que las aves ingieren toxina botulínica y tomando en cuenta que el periodo de incubación tras la ingestión de la toxina es de 4 a 72 horas y las velocidades de vuelo de las aves acuáticas migratorias es de 55-75 km/h, es posible que lleguen a otros cuerpos de agua, en donde presentan los primeros síntomas clínicos del botulismo, para posteriormente morir, convirtiéndose así en un foco infeccioso de botulismo tipo "C"

1. INTRODUCCIÓN

El botulismo aviar es una forma de envenenamiento por alimentación que las aves desarrollan al ingerir una toxina neuroparalizante producida por la bacteria *Clostridium botulinum*. Esta es una bacteria saprófita anaeróbica que se localiza frecuentemente en los humedales de agua dulce y salobre (Joklik y Willet, 1994).

Clostridium botulinum presenta esporas, estado vegetativo y latente. Estas esporas son de gran resistencia y pueden persistir durante varios años en el suelo y en los sedimentos, requieren de condiciones anaeróbicas estrictas, temperaturas cálidas y un sustrato adecuado, como restos de materia orgánica o cadáveres de vertebrados o invertebrados. Comisión Nacional del Agua (CNA, 1999 b).

Una importante producción de toxina se puede presentar a temperaturas de 20°C, es óptima a los 26°C y especialmente potente si se produce cuando la bacteria se desarrolla en restos de origen animal. La toxina es ingerida cuando las aves se alimentan de invertebrados muertos o en el caso de cadáveres de vertebrados, cuando se ingieren las larvas de las moscas que se alimentan de los tejidos en descomposición. Las esporas son ingeridas rutinariamente por los vertebrados e invertebrados al alimentarse, las esporas no germinan y generalmente pasan a través del tracto digestivo mientras el animal está vivo. Al morir el animal, las condiciones dentro del cadáver son adecuadas para la germinación de las esporas ya ingeridas, así como el desarrollo de las que se encontraban en estado vegetativo, iniciando de manera simultánea la producción de toxina (Carreño, 2001).

Los factores ambientales que contribuyen a la iniciación de un brote de botulismo aviar son poca profundidad en el cuerpo de agua, fluctuaciones en el nivel de agua, mala calidad de agua, presencia de restos de vertebrados e invertebrados, así como vegetación enraizada y temperaturas ambientales altas (CNA, 1999 c).

Los síntomas presentados en las aves afectadas por botulismo son debilidad, parálisis flexible ascendente con incapacidad para volar, sumergirse o caminar, incapacidad para mantener el cuello erecto (cuello laxo), diarrea verde y parálisis de la membrana nictitante. La muerte se produce por ahogamiento si el ave se encuentra en el agua o por paro respiratorio (CNA, 1999 b).

El 27 de septiembre de 1998, se reportó la presencia de aves acuáticas muertas en la laguna de Yuriria, Guanajuato. Los organismos afectados fueron: pato Golondrino, (*Anas acuta*), Pato Chalcuán, (*Anas americana*), Pato Cucharón, (*Anas clypeata*), Cerceta Azul, (*Anas discors*), Cerceta Verde, (*Anas crecca carolinensis*), Pato triguero, (*Anas diazi*), Cerceta Café, (*Anas cyanoptera*), Pato Tepalcate, (*Oxyura jamaicensis*), Pato Piquianillado, (*Aythya collaris*), Pato Boludo Menor, (*Aythya affinis*), Pato Coacoxtle, (*Aythya valisineria*), los cuales son migratorios. Las aves residentes afectadas fueron Gallareta pico blanco, (*Fullica americana*), Ibis, (*Plegadis chihi*) (CNA, 1999 a).

Se estima que existen 61 millones de anátidos en Norte América. De este total, un promedio de 10%, inverna en México a través de tres rutas migratorias: Pacífico, Centro y Golfo. La ruta migratoria del Centro es la zona que está soportada por las tierras altas del norte hasta el centro del país. Dentro de los humedales de la parte central de México tenemos tres zonas principales que están consideradas dentro de las 28 áreas prioritarias

para las aves acuáticas migratorias. Estas zonas son Sayula y Chapala, en Jalisco y Yuriria-Cuitzeo, en Guanajuato y Michoacán. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, (PROFEPA, 1995; U.S. Department of the Interior, 1999; Ramírez, 2000).

1.1. BOTULISMO.

1.1.1. Definición.

El botulismo aviar es una intoxicación aguda de las aves causada por la ingestión de una toxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*. El botulismo aviar es probablemente la enfermedad más crítica que afecta a las aves acuáticas migratorias, pues provoca una intensa mortalidad (Louis y Smith, 1980).

1.1.2. Etiología.

1. Causa.

El agente causal del botulismo aviar es una exotoxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*.

2. Morfología.

El *Clostridium botulinum* es una bacteria gram positiva, mide 4-6 x 1.0 µm, móvil, anaerobia estricta, fermentativa, termolábil, tiene endoesporas subterminales, forma de bacilo con bordes redondeados, generalmente se presenta aislado, en cadenas cortas o en forma de filamentos delgados.

3. Toxinas.

Con base en las diferencias antigénicas de *Clostridium botulinum* se han identificado ocho tipos de toxinas: A, B, C, D, E, F, y G. La enfermedad en aves silvestres es asociada al tipo C-alfa.

La toxina botulínica es una sustancia muy potente. Un miligramo de neurotoxina contiene más de 20 millones de dosis mortales para ratón. La dosis mínima mortal para el cobayo por vía subcutánea es de 0.12×10^{-3} mg/kg de peso vivo.

La toxina tipo C es producida bajo condiciones anaeróbicas a temperaturas entre 10–47 °C con una producción óptima de toxina entre 35–37 °C.

4. Periodo de incubación.

El periodo de incubación tras la ingestión de la toxina es de 4 a 72 horas. El curso de la enfermedad es rápido. La muerte puede ocurrir en unas cuantas horas después de aparecer los primeros síntomas clínicos. A dosis bajas de toxina, la aparición de la parálisis ocurre en uno o dos días.

5. Ocurrencia.

La bacteria se encuentra en lugares húmedos, en forma de esporas resistentes al calor y a la desecación, son capaces de mantenerse viables durante años. Las esporas botulínicas se encuentran con frecuencia en el suelo. Las aves entran en contacto con la bacteria o sus toxinas por vía digestiva.

El *Clostridium botulinium* se encuentra en la materia orgánica animal o vegetal en descomposición, condiciones que favorecen la producción de toxina.

6. Cultivo.

El *Clostridium botulinium* crece perfectamente en medios artificiales, tales como agar sangre, medios con base en carne cocida y de tioglicolato, en atmósfera libre de oxígeno. Las colonias tienen de 1 a 3 milímetros de diámetro, transparentes o translúcidas, son redondas o ligeramente irregulares, presentan forma convexa y apariencia granular.

7. Resistencia.

Las endoesporas de los clostridios son muy resistentes a los cambios físicos y a los desinfectantes. Dependiendo del tipo de material, para matar las esporas de *Clostridium botulinium* se requiere de ebullición durante 30 minutos, así como a 121 °C en autoclave durante 20 minutos (Sterne y Batty, 1978; Carreño, 2001)

1.1.3. Sinónimos.

- Enfermedad por álcali.
- Enfermedad de los patos.
- Enfermedad del pato del oeste.
- Enfermedad del pato occidental.
- Parálisis bulbar.
- Enfermedad del cuello laxo.

(Joklik y Willet, 1994; CNA, 1999 c)

1.1.4. Patogenia.

1. Hipótesis.

Se exponen dos hipótesis para explicar el inicio de la enfermedad. Una propone que la descomposición de la materia orgánica ofrece el sustrato necesario para la producción de la toxina cuando las condiciones ambientales están disponibles.

Esta teoría se conoce como “hipótesis de cama de lodo” y se presenta cuando las bacterias en ausencia de oxígeno proliferan y secretan sus toxinas. Sin embargo, esta teoría no explica cómo se transfiere la toxina del medio a las aves acuáticas, ni cómo los materiales de las plantas proporcionan un buen sustrato para la producción de toxina.

Una segunda hipótesis alternativa conocida como “concepto del micro medio ambiente”, llega a la conclusión: de que la toxina es producida por el *Clostridium botulinium* en los cuerpos de los insectos, en los cuales las actividades metabólicas de las bacterias ocurren sin depender del medio ambiente externo. Las aves acuáticas se intoxican al ingerir los insectos infestados de bacterias con toxina (Locke y Friend, 1989).

2. Ciclo del botulismo.

Las esporas de *Clostridium botulinium* se encuentran habitualmente en la tierra. Cuando las esporas encuentran condiciones anaerobias, la bacteria se desarrolla y puede generar toxina en agua, alimentos, cadáveres o material vegetal en descomposición.

Las aves al ingerir larvas de mosca, pequeños crustáceos, insectos y gusanos que se alimentan de dicha materia orgánica, adquieren la toxina y se presenta la enfermedad, originando un brote de botulismo aviar.

Después de la absorción en el intestino, la toxina es transportada por la sangre hasta que alcanza neuronas sensibles, la acción de la toxina está dirigida hacia los nervios periféricos. Estas toxinas previenen el paso de impulsos nerviosos a los músculos.

El proceso siempre se manifiesta clínicamente, con una evolución sobreaguda, originando un variado cuadro nervioso, representado por parálisis muscular progresiva flácida, que afecta el cuello patas y alas, que ocurre con elevada mortalidad. La muerte se produce por fallas circulatorias o paro respiratorio (Louis y Smith, 1980; Locke y Friend, 1989).

1.1.5. Signos Clínicos.

Los signos clínicos se manifiestan en tres fases:

1. Fase leve.

- Inapetencia
- Apatía
- Debilidad
- Somnolencia
- Dificultad en la deglución
- Capaces de caminar pero sin capacidad para volar, definitivamente afectados pero intentan escapar
- Dificultad para aterrizar o para iniciar el vuelo
- No pueden realizar un vuelo sostenido y puede notarse signos de parálisis de los músculos de alas, cuello y piernas.

2. Fase media.

- Aumenta la parálisis motriz
- Se impulsan utilizando las alas
- Capaces de mantener la cabeza erecta
- Membrana nictitante paralizada
- Párpados pegados (incrustados y con apariencia de engrudo)
- El porcentaje de recuperación de estas aves es del 72%

3. Fase Severa.

- Parálisis del cuello (cuello flácido), incluyendo la lengua y los músculos de la deglución
- Erizamiento y aflojamiento de las plumas del cuello, pudiendo arrancarse fácilmente durante el manejo, dando la apariencia de aves en pelecha (muda)
- Las aves no pueden mantenerse en pie y eventualmente sufren una postración repentina
- Incoordinación de las alas y patas debido a la parálisis de los músculos esqueléticos

- Constipación y taponamiento de los orificios nasales
- La respiración es difícil (boqueo, estertores) indicando afectaciones en pulmones y diafragma
- El pulso se vuelve irregular y el latido cardiaco es menos frecuente e intenso
- La temperatura del cuerpo disminuye paulatinamente de una media 41°C a 38 °C
- Se presenta una intensa diarrea blanquecina verdosa
- La muerte se produce por ahogamiento al no poder mantener la cabeza erguida, pero también puede morir por paro respiratorio, falta de agua o alimento e hipotermia
- El porcentaje de recuperación de estas aves es del 27.7% (Harrison, 1986).

1.2 EPIZOOTIOLOGÍA.

El botulismo aviar, es una enfermedad que tiene mayor incidencia alrededor de lagos y pantanos, o bien donde hay agua con poca profundidad y vegetación en descomposición. La presencia de invertebrados muertos en dicho material puede constituir una fuente importante de toxina para las aves que se alimentan en estas áreas.

Se presenta con mayor frecuencia cuando se ha escaseado el agua y el nivel de los embalses desciende, dejando plantas y peces expuestos en proceso de descomposición, los cuales son utilizados como alimento por las aves acuáticas.

Los lagos con orillas en declive poco superficiales que experimentan fluctuaciones bruscas en el nivel de agua se han asociado con brotes de botulismo. Las hileras de cadáveres, que coinciden con descenso en los niveles de agua, a menudo marcan las consecuencias de epizootias a gran escala (Locke y Friend, 1989; CNA, 1999 c).

1.2.1. Condiciones Ambientales.

Las condiciones que permiten una epizootia de botulismo típicamente incluyen:

- Descensos en los niveles de agua
 - pH alcalino (óptimo de 5.7 en adelante)
 - Temperatura de 20 °C a 25 °C
 - Nivel de oxígeno reducido
 - Medio orgánico apropiado para la producción de toxina.
- (CNA, 1999 c)

1.2.2. Especies Afectadas.

El tipo C-alfa de *Clostridium botulinum* causa la mayoría de las epizootias de botulismo en aves acuáticas silvestres, afectando 117 especies de 22 familias así como a aves de corral (Carreño, 2001)

1.2.3. Letalidad.

Sólo un gramo de gusanos (n = 42 larvas) colectados de aves que murieron de botulismo puede contener más de 400 000 unidades de ratón (LD₅₀) de toxina. En ese nivel de

concentración, cerca del 50% de los patos ingieren 0.05 a 0.25 gramos de gusanos tóxicos que originan su muerte (Louis y Smith, 1980).

1.3. MIGRACIÓN.

Las aves migratorias constituyen un compendio de acciones paradójicas en su conducta. Comienzan su migración abandonando su residencia de verano mucho antes de que exista escasez de alimento, viajan miles de kilómetros en condiciones climáticas inciertas y ambientes hostiles, deteniéndose durante algunos períodos para almacenar energía en forma de grasa; finalmente llegan a sus destinos en hábitats tropicales que son radicalmente distintos de aquellos que dejaron en la zona templada, al llegar ingresan a las complejas comunidades tropicales donde deberán competir por recursos con las especies locales altamente especializadas, comúnmente durante períodos del año cuando los recursos alimenticios son escasos (Leopold, 1997; Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000).

De todas las especies de aves migratorias neárticas, 47% tienen poblaciones reproductivas locales o coespecíficas en la Región Neotropical; 78% tienen poblaciones coespecíficas o congenéricas, las cuales se reproducen en el trópico americano. Estos datos, junto con los de ecología durante el invierno, indican que muchas especies migratorias son esencialmente tropicales en origen, las cuales han desarrollado el hábito migratorio como medio de explotar periódicamente los hábitats templados donde la comida es más abundante, el número de posibles competidores es menor, la depredación es también menor y el éxito reproductivo es mayor (Duck unlimited, 1995).

Las aves migratorias neárticas incluyen una porción importante de la avifauna de América del Norte: 338 de las aproximadamente 650 especies que viven regularmente en este continente al norte de México. Estas especies constituyen un recurso altamente visible, estéticamente agradable y económicamente importante para los seres humanos (alimento, agricultura y ecoturismo) (Gooders y Boyer, 1986).

Durante los meses de la estación invernal, regresan a México aproximadamente 9 millones de aves acuáticas migratorias de Alaska, Canadá y Estados Unidos Americanos. Estas se distribuyen en tres rutas aéreas migratorias (Figura. 1): la Ruta del Pacífico, la Ruta del Centro y la Ruta del Golfo (Owen, 1984).

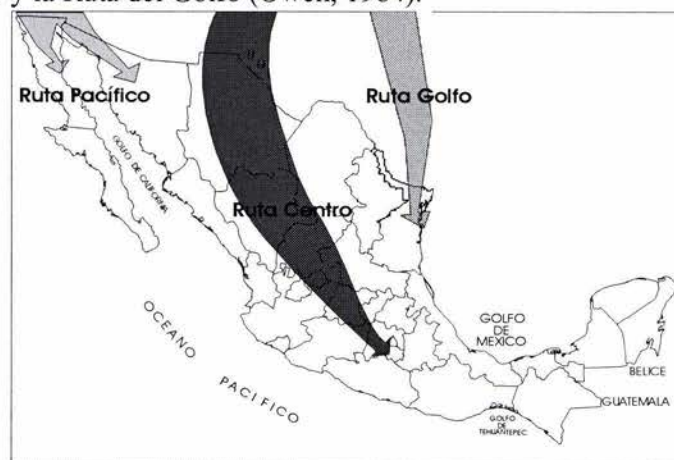


Figura 1. Mapa de las rutas migratorias. Fuente: U.S. Fish and Wildlife Service, 1987.

2. ANTECEDENTES

2.1. La Presa de Silva.

A partir del 4 de Diciembre de 1994, se dio a conocer públicamente la mortandad de aves acuáticas migratorias ocurrida en la Presa de Silva, ubicada en el municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato. Es parte de la subcuenca del Río Turbio, que a su vez forma parte de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago.

Entre las aves afectadas por la mortandad se detectaron las siguientes especies: pato cucharón (*Anas clypeata*), pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), cerceta verde (*Anas crecca carolinensis*), cerceta azul (*Anas discors*), cerceta café (*Anas cyanoptera*), pato golondrino (*Anas acuta*) y gallareta pico blanco (*Fulica americana*). Se estima que perecieron entre 20 000 y 40 000 aves acuáticas durante el invierno de 1994-1995. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, 1995; Ramírez, 2000).

2.2. La Presa Centenario.

El 22 de Enero de 1999, se reportó la presencia de aves acuáticas migratorias muertas en la Presa Centenario, localizada en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. La presa constituye junto con las presas San Ildefonso, Constitución de 1917, La Venta y La Llave, el sistema de obras a cargo del Distrito de Riego 023 de San Juan del Río, mediante el cual se capta y se aprovechan para riego las aportaciones de Río San Juan. La presa está ubicada sobre este río en la Cuenca del Alto Pánuco.

Los organismos afectados fueron aves acuáticas migratorias, es común en esta zona del país por encontrarse dentro de las rutas migratorias. Las especies más afectadas fueron pato golondrino (*Anas acuta*), pato cucharón (*Anas clypeata*), pato triguero (*Anas diazi*), cerceta verde (*Anas crecca carolinensis*), cerceta azul (*Anas discors*) y gallareta pico blanco (*Fulica americana*). Se estima que el número de aves muertas por botulismo aviar fue de 3 000 individuos (Carreño, 2001).

2.3. Presa La Estación.

El 23 de Noviembre del 2000, se tuvo conocimiento por parte de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, de la mortandad de 3 000 aves acuáticas migratorias en el embalse La Estación y de 200 aves migratorias en el bordo El General en el municipio de Pénjamo, Guanajuato.

Las especies de aves muertas fueron cerceta verde (*Anas crecca carolinensis*), gallareta pico blanco (*Fulica americana*), pato triguero (*Anas diazi*), pato golondrino (*Anas acuta*) y garza blanca (*Ardea alba*) (Carreño, 2001).

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

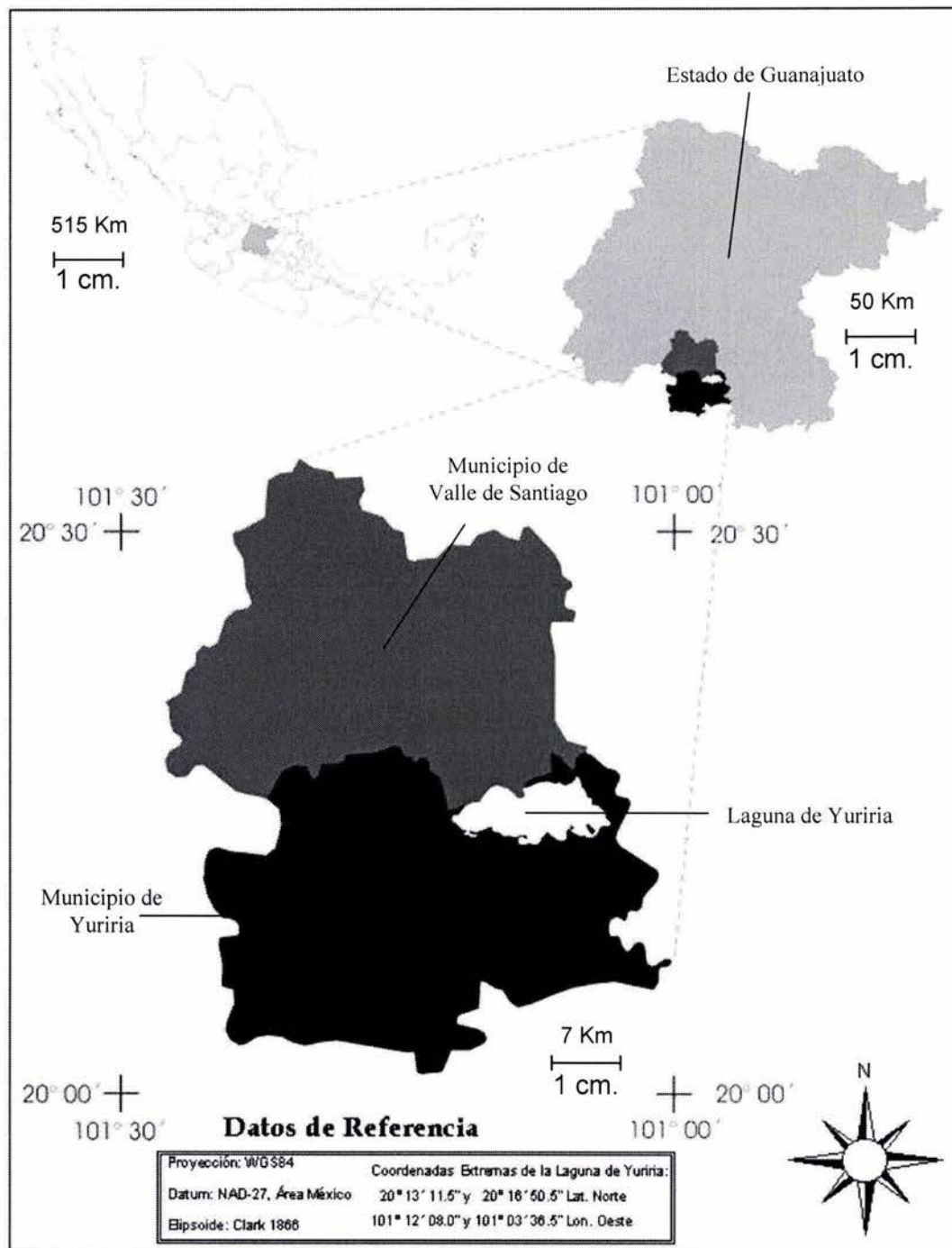


Figura 2. Ubicación geográfica de la Laguna de Yuriria.

3.1. Localización.

La laguna de Yuriria se ubica en la región hidrológica No. 12 Lerma-Chapala-Santiago a 20° 15' 00'' de latitud Norte y 101° 07'30'' de longitud Oeste, con un área de cuenca de 1,036 Km² (CNA, 1999 a).

Se localiza entre los municipios de Yuriria y Valle de Santiago del Estado de Guanajuato (Figura 2.), dentro de la provincia del Eje Neovolcánico; esta provincia llega al Océano Pacífico y al Golfo de México ocupa la mitad sur del Estado de Guanajuato y abarca parte de los Estados de Jalisco, Michoacán, Querétaro, México, Hidalgo, Puebla, Veracruz, todo el Estado de Tlaxcala y Distrito Federal; se encuentra bien caracterizada por tres fenómenos fisiográficos; la altitud en su mayor parte superior a los 2000 msnm., el considerable número de depósitos lacustres y por último el activo vulcanismo y los procesos orogénicos que se han configurado en el eje volcánico transversal (Cruz y Maldonado, 1986).

La región denominada Bajío se encuentra localizada geográficamente al sur de la altiplanicie meridional, al Noroeste de la mesa de Anáhuac, entre los paralelos 99° 44' y 102° 04' de longitud Oeste y esta formada por el centro y Sur de Guanajuato, Norte de Michoacán, Este de Jalisco, Oeste y Suroeste de Querétaro (Izaguirre y Domínguez, 1979).

El área de trabajo, se encuentra dentro de la Subprovincia denominada Sierras y Bajíos Michoacanos, la cual cubre los poblados de Salvatierra, Santiago Maravatío, San Pedro de los Naranjos, Auageo y Yuriria. La parte Norte de esta Subprovincia integra un área importante del Sur del estado de Guanajuato que ocupa el 13.64% de una superficie total; donde dos cadenas paralelas de aparatos volcánicos ligeramente sesgados hacia el suroeste encierra el Bajío del llano de Yuriria a una altura de 1750 msnm y con la misma orientación se comunica con el Bajío Guanajuatense (Izaguirre y Domínguez, 1979).

3.2. Clima.

Presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con tendencia a las condiciones climáticas del grupo (A) semicálido. De acuerdo con las modificaciones hechas por García (1973) a la clasificación de Köppen, esta región queda clasificada dentro del clima (A)C(w°)(w)b(e)g, indicando que es un clima semicálido templado subhúmedo, designado como el más seco de los subhúmedos con lluvias en verano, con un promedio de temperatura anual de 18.1°C (Instituto de Geografía, UNAM, 1989).

La temperatura promedio corresponde a 18.8 °C, la del año más frío corresponde a 17.3 °C, la del año más caluroso corresponde a 20.4 °C. La precipitación promedio corresponde a 698.85 mm, la precipitación del año más seco corresponde a 264.6 mm, la del año más lluvioso es de 1,364.05 mm. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1997 a).

3.3. Hidrología.

La Ciudad de Yuriria está considerada como una entidad lacustre, por su localización en la ribera de la laguna de Yuriria y por la influencia que ésta ejerce en las actividades productivas de la población, siendo el principal cuerpo de agua en el municipio, que

recibe el afluente del río Lerma por medio de un canal alimentador, enriquecido a su vez por el Río Moroleón, cuya corriente, antes de desembocar en la laguna, tiene una desviación que forma la presa de Huahuemba (INEGI, 1997 a).

La laguna es alimentada por los arroyos Los Sauces, Santa María, Eménguar, Puente Rasposo y Puquichapio. Recibe además las aguas de afluentes menores como Cerano, Castomate, Zapotes, Génova, Manchín, Tinaja del Agua y Cuatro Esquinas. La laguna desfoga sus aguas en el río Lerma, por medio del canal extractor (INEGI, 1997 b; CNA, 1999 a).

3.4. Fisiografía.

La Provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico, Subprovincia de Sierras y Bajíos Michoacanos; se identifica como un sistema topográfico característico de sierra con lomeríos y llanuras (INEGI 1997 c).

En esta región que se encuentra comprendida en parte del Eje Neovolcánico, se halla expresada la intensa actividad volcánica correspondiente a los periodos Terciario y Cuaternario; así mismo, se identifica como una zona de poco índice de escurrimiento hídrico superficial y por otra parte la amplia presencia de cuerpos de agua lagunares como es el de Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo, Yuriria, entre otros.

Este rasgo esencial corresponde a las amplias cuencas cerradas ocupadas por los cuerpos lagunares antes descritos o por depósitos de lagos antiguos y diversos llanos ubicados en el Bajío Guanajuatense. En este caso, los lagos deben su origen y estado actual por el bloqueo del drenaje hídrico superficial original, por la intrusión de lavas u otros productos de origen volcánico, o porque han sido determinados por otro rasgo característico de la provincia en la cual se ubica el afallamiento. En este sentido, un área rodeada de fallas que presenta hundimientos y que da como resultado una depresión, es denominada como graben (Lugo, 1989; Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2002).

3.5. Edafología.

Los llanos del Bajío forman extensos lagos rodeados de volcanes. De aquí la riqueza de sus suelos que derivan de un espeso sedimento lacustre mezclado con suelo aluvial y ceniza volcánica (Cruz y Maldonado, 1986).

Sobre este paisaje fisiográfico dominan los suelos de tipo Vertisol, debido a la diversidad de topofomas en la zona, estos Vertisoles se encuentran asociados a otros tipos de suelos (Litosoles, Feozem háplico, Luvisol vértico, férrico y Gleysol mólico). (Izaguirre y Domínguez, 1979; INEGI, 1983).

3.6. Geología.

Se considera que esta subprovincia se trata de una antigua sutura reabierto a fines del Cretácico la cual formó un sistema volcánico transversal a la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental. Se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de aparatos volcánicos diversos como conos, calderas, y coladas, que en su mayoría han conservada intacta su estructura original. Existen también en el lugar gran cantidad de

fracturas y fallas asociadas al vulcanismo Terciario y Cuaternario que han dado lugar a fosas largas de gran profundidad, que han formado llanos como el de Yuriria (Izaguirre y Domínguez, 1979; INEGI, 1986 a).

3.7. Vegetación.

La flora del Bajío pertenece a la Provincia Florística de la Altiplanicie, de la región Xerófita Mexicana, en la cual se presenta una gran riqueza florística y un gran número de especies endémicas producto de las interrelaciones entre el reino Neotropical y Neártico, así como una alta diversidad de sustratos geológicos.

Sin embargo, la vegetación presente en el Bajío ha sido fuertemente modificada y la presencia de muchas especies se debe a las actividades humanas. El crecimiento demográfico, los asentamientos humanos, la agricultura, la minería, y la ganadería entre otras actividades, ha afectado considerables extensiones de vegetación natural, dando como resultado una pérdida progresiva de los ecosistemas y por consecuencia de la fauna que en ellos habita (Rzedowsky, 1981).

De acuerdo con la carta estatal de vegetación, se estima que el 80% del territorio estatal ha sufrido diversos grados de perturbación, lo cual ha dado lugar a un aumento en la diversidad de los tipos de vegetación, que no necesariamente debe entenderse de manera benéfica, ya que en algunos casos el desplazamiento de la flora nativa por flora exótica o introducida es absoluto (Loa, 1996).

La transformación de la cubierta vegetal particularmente en el Bajío, evidentemente es una consecuencia directa de las actividades humanas en la región; la vegetación original ha desaparecido en un 95% de su superficie (Aguilera, 1991).

Según Rzedowsky y Calderón (1987), los terrenos de suelo profundo presentaban primitivamente un bosque espinoso dominado por *Prosopis laevigata* (Mezquite), acompañado en algunos sitios por *Pithecelobium dulce* (Guamúchil), mientras que las laderas de los cerros estaban cubiertas por Bosque Tropical Caducifolio, el cual antes de la intervención humana en la zona debe haber abarcado más de 11,000 km². En la actualidad sólo se encuentran pequeños manchones de este tipo de vegetación, ubicados en las laderas menos accesibles y poco conocidas.

En el área de estudio se encuentran los siguientes tipos de vegetación: Bosque Tropical Caducifolio, Matorral subinerme con nopalera, Pastizal natural y dos hábitats diversos Agricultura de temporal y Pastizal inducido (INEGI, 1986 b).

3.7.1. Bosque Tropical Caducifolio.

El Bosque Tropical Caducifolio es una asociación vegetal de zonas cálido-húmedas, que se caracterizan por presentar una temperatura promedio anual superior a los 20°C (Rzedowsky, 1981).

Estos ecosistemas experimentan una estación seca que puede durar de siete a ocho meses, lo cual provoca un déficit hídrico y de los nutrientes minerales disponibles para la vegetación, dando como resultado un ecosistema altamente complejo y diverso (Boullock et al. 1995).

La temporalidad de las precipitaciones es uno de los factores dominantes en los patrones de la actividad biológica tales como el crecimiento y la reproducción, los cuales se sincronizan con la disponibilidad de agua (Murphy y Lugo, 1986).

La característica más sobresaliente de esta asociación vegetal es su carácter caducifolio, ya que la mayoría de las especies pierden sus hojas durante un periodo de cinco a siete meses, lo cual origina un contraste fisonómico muy marcado entre la temporada de secas y la de lluvias (Pennington y Sarukán 1998).

Muchas de las especies presentan resistencia a las condiciones de estrés por falta de humedad en el suelo, resistencia a la sequía que se debe a la naturaleza de los sitios que ocupan. Una de las estrategias más notorias de los árboles del bosque tropical caducifolio, además de la defoliación, es la formación de sistemas radiculares profundos, los cuales pueden alcanzar los mantos freáticos durante el período de estiaje o bien formar estructuras subterráneas de almacenamiento de agua, como sucede con el “pochote” *Ceiba aesculifolia* (Rzedowsky y Calderón, 1987).

Debido a las condiciones de aridez que prevalecen en esta región, es común encontrar también otros tipos de vegetación adaptadas a estas condiciones como son los matorrales xerófilos, y bosques espinosos.

Las especies más representativas de este tipo de vegetación son: *Ipomea intrapilosa* (Cazahuate), *Ceiba aesculifolia* (Pochote); *Bursera fagaroides*, *B. bipinnata*, *B. vejarvazquezii* (copal), *Lysiloma acapulcensis* (Palo prieto), *Leucaena leucocephala* (Tepeguaje), *Acacia farnesiana* y *Schaffeneri* (Huizache), *Opuntia* spp. (Nopal), y *Eysenhardtia polystachia* (Palo dulce) (Cruz y Maldonado, 1986; Rzedowsky, 1981).

3.7.2. Matorral Subinerme Nopalera.

Este tipo de vegetación esta dominada fisonómicamente por cactáceas con tallos aplanados o cilíndricos. Según las asociaciones vegetales que lo forman, se presentan áreas fisonómicamente diferentes, independientemente de la dominancia de las especies. Así se pueden denominar cuatro tipos fisonómicos: cardonal, nopalera, subinerme y espinoso. Los dos últimos se refieren a la cantidad de plantas espinosas que contenga el matorral a simple vista, si tiene un 50% de especies sin espinas se denomina subinerme (Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000).

3.7.3. Pastizal natural.

Es aquel que se encuentra establecido en una región como producto natural de los efectos del clima, suelo y condiciones ecológicas en general. Formado principalmente por *Aristida* spp, *Bouteloua simples*, *Eragrostis* spp., acompañadas por los géneros *Ipomea*, *Acacia*, *Celtis*, *Eysenhardtia*, las cuales son importantes para el ramoneo de ganado tanto caprino como ovino (Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000).

3.7.4. Pastizal inducido.

Es aquel que surge cuando se elimina la vegetación original. Este pastizal se presenta en la zona como consecuencia de la perturbación humana, por ejemplo, desmonte de

vegetación, fuerte pastoreo en áreas agrícolas abandonadas y zonas que se incendian con frecuencia (Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000).

3.7.5. Agricultura de Temporal.

Los cultivos más comunes en la zona de estudio son de trigo, sorgo, maíz, frijol y alfalfa. Villareal (1985) identifica la zona agrícola del área de estudio como Bosque de Mezquite. En los terrenos bajo cultivo se encuentran las siguientes especies arvenses: *Ambrosia psilostachya*; *Amaranthus hybridus*; *Euphorbia rutilis*; *Anoda acerifolia*; *Malvastrum lacteum*; *Bidens alba*; *Chenopodium ambrosioides*; *Physalis aequata*; *Solanum nigrum*; *Thitonia tubaeformis*; *Ipomea purpurea*; *Portulaca oleracea* y *Lipidium virginicum*.

3.8. Fauna.

En el área de estudio debió de existir una fauna rica en especies, puesto que se encuentra dentro de la zona faunística denominada Transición Mexicana. En ella interactúan las faunas Neártica y Neotropical y está caracterizada por una alta diversidad de especies (Álvarez y De la Chica, 1974).

3.8.1. Mastofauna.

Las especies de mamíferos comúnmente reportadas para esta región son: tlacuache, (*Didelphys virginiana*), conejo, (*Sylvilagus floridanus*), liebre torda, (*Lepus callotis*), ardilla cola blanca, (*Spermophilus leucurus*), ardilla gris, (*Sciurus aureogaster*), rata de campo, (*Dipodomys spp.*), ratón de campo, (*Reithrodon tomus fulvescens*), coyote, (*Canis latrans*), zorra gris, (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle, (*Bassariscus astutus*), comadreja, (*Mustela frenata*), zorrillo, (*Mephitis macroura*) (Leopold, 1997; Flores-Villela y Gerez, 1994; Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2002).

3.8.2. Avifauna.

El área de estudio representa un refugio importante para la avifauna local y migratoria, las especies que se han reportado en la laguna son: pato golondrino, (*Anas acuta*), pato chalcuán, (*Anas americana*), pato cucharón, (*Anas clypeata*), cerceta azul, (*Anas discors*), cerceta verde, (*Anas crecca carolinensis*), pato triguero, (*Anas diazi*), cerceta café, (*Anas cyanoptera*), pato tepalcate, (*Oxyura jamaicensis*), pato piquianillado, (*Aythya collaris*), pato boludo menor, (*Aythya affinis*), pato coacoxtle, (*Aythya valisineria*), garzón blanco, (*Ardea alba*), garzón cenizo, (*Ardea herodias*), garza dedos dorados, (*Egretta tula*), garza ganadera, (*Bubulcus ibis*), gallareta pico blanco, (*Fullica americana*), gallareta pico rojo, (*Gallinula chloropus*), ibis, (*Plegadis chihi*), jacana, (*Jacana spinosa*), Aboceta, (*Himantopus mexicanus*), gaviota plateada, (*Larus argentatus*) (Cruz y Maldonado, 1986; CNA, 1999 a; Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000 Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2002).

4. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El nivel del agua de la Laguna de Yuriria varía considerablemente a lo largo de un ciclo anual, ocasionando cambios en las condiciones físicas, químicas y biológicas. La evaluación periódica del oxígeno disuelto, temperatura, pH, materia orgánica y restos de organismos en descomposición, indicará en que momento se presentan las condiciones propicias para un brote de botulismo aviar.

Por lo tanto, si estas condiciones pueden preverse, se podrán aplicar medidas de control que puedan evitar la muerte masiva de aves acuáticas en la laguna.

5. OBJETIVO GENERAL

Determinar las condiciones ambientales que favorecen a un brote de botulismo aviar en la laguna de Yuriria, Guanajuato.

5.1. OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar si la calidad del agua embalsada en la laguna de Yuriria es adecuada para la protección de la vida acuática

Evaluar si las condiciones físicas y químicas (pH, temperatura y oxígeno disuelto) de la laguna, son favorables para la germinación y reproducción de *Clostridium botulinum*.

Identificar la avifauna presente en la laguna y zonas aledañas, así como identificar las especies más susceptibles al botulismo aviar.

Evaluar y caracterizar el ambiente en cada sitio de monitoreo de aves.

Establecer los medios de propagación del botulismo aviar en la laguna de Yuriria y su relación con otros cuerpos de agua.

Establecer acciones encaminadas a prevenir un brote de botulismo aviar en la laguna.

6. METODO

6.1. Ubicación de estaciones de monitoreo

Como parte del trabajo de campo se realizaron cuatro visitas con duración de 5 días, a lo largo de un ciclo anual (mayo, agosto, noviembre de 2002 y febrero de 2003). Realizando las siguientes actividades:

Se eligieron ocho sitios para monitoreo de aves (Tabla, 1), el criterio para la elección del sitio, fue la vegetación presente a lo largo del transecto, con el fin de cubrir los diferentes hábitats de la laguna así como su avifauna asociada.

Para realizar los censos se trazaron transectos por el borde de la laguna con una longitud de dos kilómetros y una amplitud de 200 a 500 metros. Para la identificación de las aves se utilizaron binoculares de 7x35 y se consultaron las guías ornitológicas de Peterson y Chalif (1989) y Howell y Webb (1995). El censo se llevó a cabo en las primeras horas de la mañana y finalizó antes del mediodía (Koskimies y Väisänen, 1991; Ralph *et al.* 1994; Bibby *et al.* 1992).

Tabla 1. Sitios de monitoreo de avifauna, evaluación del ambiente y caracterización del hábitat (Anexo 1 y 2).

NÚMERO	SITIOS DE MONITOREO	VEGETACIÓN
1	San Pedro	Lirio
2	Granjeral	Pasto
3	Puquichapio	Lirio
4	Rancho Viejo	Tule
5	Cuadrilla	Cultivo
6	Cahuajeo	Pasto
7	Tepetates	Cultivo
8	Santiaguillo	Tule

Se realizaron recorridos en toda la laguna para identificar aves muertas o que presenten síntomas de botulismo, empleando para ello una lancha de motor y canoa con remos en las zonas en donde la vegetación no permitió el acceso. En caso de encontrar organismos muertos o afectados, se llevaron a cabo las acciones que indica el Manual de Atención de Emergencias Hidroecológicas Relacionadas con las Aguas Nacionales Continentales, de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1999 c).

Los análisis toxicológicos correspondientes para determinar si la muerte de organismos es causada por botulismo, fueron realizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Se realizaron monitoreos periódicos a los cuerpos de agua cercanos a la laguna, así como a los embalses que se encuentran en el norte del estado, en donde se han reportado muertes de aves acuáticas en años anteriores.

Se consideraron recorridos de emergencia en caso de presentarse algún reporte de muerte de aves acuáticas en la laguna de Yuriria, así como en los cuerpos acuáticos de la región.

6.2. Evaluación visual del ambiente

La evaluación visual del ambiente comprende un diagnóstico estimativo, en donde se asignará un valor de ponderación para cada una de las variables descritas, que definan las condiciones ambientales del cuerpo de agua (CNA, 1997).

Los criterios considerados dentro de la primera sección son: signos de contaminación, sustrato, vegetación, fauna y actividades antropogénicas que influyen en este punto. El valor total para los cinco criterios de la evaluación estimativa del cuerpo de agua es de 100 puntos, otorgando un mayor puntaje a los signos de contaminación presentes en el cuerpo de agua, ya que describen las condiciones ambientales que están ligadas con alguna posible afectación, de igual manera se otorgó el valor de ponderación a los demás, de acuerdo con este punto de vista. La distribución de los puntos designados para cada uno de los criterios es la siguiente:

- | | |
|--|-----------|
| • Signos de contaminación | 30 puntos |
| • Vegetación | 25 puntos |
| • Fauna | 25 puntos |
| • Sustrato | 5 puntos |
| • Actividades antropogénicas que influyen en esta estación | 15 puntos |

Total 100 puntos

A continuación se describe cada uno de los puntos del Formato de Registro de Campo (FRC) y la forma en que se evaluará cada uno de ellos (Anexo 5). La evaluación se llevó a cabo de acuerdo con el valor máximo asignado para cada variable, sin que por ningún motivo se rebase el valor asignado para cada criterio.

Nombre del cuerpo de agua, fecha y hora en que se lleva a cabo el muestreo y nombre de la estación que se le haya designado para ese muestreo en particular, la cual deberá estar asociada a un número de la estación.

Signos de contaminación.

El puntaje asignado a este rubro está distribuido de la siguiente manera para las nueve variables que consta este punto:

Agua: se refiere a la influencia de algún tipo de contaminante que pueda existir en el cuerpo de agua, el valor máximo de ponderación es de 4 puntos, se asignará cuando no se presente ninguna evidencia de algún contaminante, este valor disminuirá proporcionalmente con la presencia de algún contaminante; esto es, en caso de existir contaminación por algún factor el valor será de 2 y si hay dos tipos de contaminantes el valor será de 1 y finalmente si existen tres o más contaminantes la calificación será 0.

Márgenes: Presencia de algún contaminante (aceite, basura, espuma, etc.) sobre las márgenes del cuerpo de agua. El valor de ponderación será de 2 puntos en caso de que

no haya ningún signo de contaminación. Si hay evidencias de uno de los contaminantes se asignará el valor de 1 y si los contaminantes son más de dos, el valor será 0.

Formación de burbujas en el sedimento: Como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anóxicas, los gases se liberan del sedimento en forma de burbujas. Se le ha asignado un valor de 5 puntos en el caso de que no haya burbujas en la superficie y 0 puntos cuando existan burbujas que salen desde el sedimento.

Condiciones de reducción: Al igual que en el inciso anterior, estas condiciones son producidas por la descomposición de la materia orgánica en el sedimento. Si hay evidencia de reducción le daremos un valor de 0, en caso contrario se le asignará 4 puntos.

Medidas de protección del río: Esta evaluación se realiza con el objeto de conocer que acciones se han realizado a la fecha para proteger o sanear el río. Se le han destinado 2 puntos cuando haya acciones de protección o saneamiento total; si estas son parciales (por ejemplo una planta de tratamiento de agua residual en forma local y que aguas abajo haya otras descargas), se le designará el valor de 1 y 0 para el caso de no existir ninguna protección del río.

Transparencia: Esta evaluación se deberá hacer de preferencia al medio día con el disco de Secchi. Se deberá registrar en porcentaje, con base en la transparencia y la profundidad del sitio de muestreo, será 0 cuando halla poca transparencia (<25%), será 1 en caso de ser media (25-50%) y 2 cuando esta es alta (60-100%).

Color: Color aparente de la corriente para esa estación durante el muestreo. El valor máximo para la ausencia de color (clara), será de 3 puntos. Si el color aparente de la corriente es verde, café o gris claro la puntuación será de 1. Pero si la coloración es negra, rojiza, gris oscuro, verde oscuro, café oscuro, entonces la puntuación será 0.

Olor: Cuando haya ausencia de olor tendrá un valor de 3 puntos; en caso de que éste se perciba, se anotará en el recuadro según su intensidad; es decir si se percibe ligeramente y sólo a no menos de un metro de distancia marcar el recuadro (-), si el olor se percibe a varios metros de distancia y este es penetrante, marcar el recuadro (+). Su evaluación será: 2 puntos si es solo un tipo de olor con (-) y 1 punto si el olor es (+). En el caso de que se perciba una combinación de olores, aún cuando su olor no sea penetrante su olor tomará el valor de 0 puntos.

Sedimento negro.- La presencia de sedimento negro superficial o en el fondo, así como también de materia orgánica flotante (natas o lama) en la superficie del cuerpo de agua, indica la existencia de contaminación por materia orgánica, por lo tanto se anotará el número 1 cuando la presencia de sedimento o materia flotante sea escasa (inferior a 25% de la superficie visual del punto de muestreo); 2 para cuando la cantidad este entre un 25-50% y 3 en el caso de que sea dominante (>60%) en cualquier condición. El criterio para su evaluación es dar un máximo de 5 puntos, para el caso de no existir ninguna de estas condiciones del sedimento.

Si el valor porcentual es 1 (<25%), anotar el valor superior de la escala, si el valor es 2 (25-50%) se anotará el valor medio del rango de la escala y si el valor es 3, anotar el valor inferior de la escala. Si hay evidencia de sedimento negro tanto en superficie como

en el fondo, se registrará el valor de 0, si hay sedimento negro en el fondo y materia orgánica flotante también se reportará un valor de 0 puntos.

Vegetación.

Con un total de 25 puntos para la cobertura floral que se registra tanto en el agua como en las márgenes de la laguna, enseguida se describen las principales características físicas que presenta la vegetación representativa de ambientes acuáticos.

Plantas marginales.- vegetación que se establece en las márgenes de los cuerpos acuáticos. Estas se enraízan en el sedimento dentro del área donde hay presencia de agua.

Plantas sumergidas.- son características de ambientes naturales no alterados con excelentes condiciones de transparencia. Esta vegetación se encuentra enraizada al substrato que generalmente es de tipo rocoso.

Plantas emergentes.- vegetación que emerge desde el fondo hasta la superficie del espejo de agua. Posee una raíz en el substrato y un tallo erecto y largo. Generalmente se les encuentra en embalses de flujo de corriente lenta y poco contaminados a contaminados.

Plantas suspendidas.- vegetación que flota en el espejo de agua, puede encontrarse con una densidad grande en población. No están enraizadas. Son características de ambientes anegados con flujo muy lento y contaminado.

Algas filamentosas.- Algas unicelulares que forman grandes colonias, por lo que adquieren una constitución física filamentosa a simple vista. Son muy abundantes en presencia de materia orgánica disuelta y gran cantidad de nutrientes. Características de sistemas eutróficos.

De acuerdo con las características de la vegetación estas se dividen en dos grupos, el primero lo constituyen las plantas sumergidas y marginales, las que a mayor abundancia reflejan un ambiente más sano. El segundo grupo lo constituyen las plantas emergentes, suspendidas y las algas filamentosas, que por el contrario su presencia es indicativa de que hay un cierto grado de contaminación. Para la asignación de la puntuación hay que considerar los porcentajes establecidos en el rubro anterior. Si señala en el recuadro el 1 se asignará al valor más bajo en los porcentajes dados y representa una menor abundancia de vegetación, el 3 denota el valor porcentual más alto y de mayor abundancia.

CRITERIO	PUNTUACIÓN
plantas marginales	1 - 7
plantas sumergidas	6 - 18

Para este grupo la designación es contraria, el valor del porcentaje más bajo (1) posee las puntuaciones más altas (3 o 4 puntos) y el 3 denota el valor porcentual de menor abundancia de vegetación acuática.

CRITERIO	PUNTUACIÓN
plantas emergentes	4 - 0
plantas suspendidas	3 - 0
algas filamentosas	4 - 0

Fauna.

Total 25 puntos. Fauna acuática presente en el lecho del embalse. Si se observa otro tipo de organismos como caracoles, renacuajos, etc. Anotarlo en el espacio designado otros. Para la designación de un valor porcentual se realizará igual que como se hizo para los dos puntos anteriores. Para su evaluación se ha propuesto la siguiente escala:

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Peces	8 - 25
insectos	3 - 1
gusanos	4 - 2
pulgas de agua	4 - 2
larvas	1 - 3

El valor porcentual menor (1) representará el valor inferior en la escala de cada rubro, un valor de 2 de los porcentajes representa el valor medio del rango de la escala propuesta y el 3 designa el valor superior de la escala.

NOTA: Con excepción de los peces, es necesario referirse a la información de los puntos anteriores para decidir si la ausencia de los organismos se debe a una fuerte contaminación que no permita el desarrollo de ninguna especie, o simplemente se trata de agua muy limpia, en caso de ser por contaminación el valor es 0 y si es por el contrario, entonces el valor será el puntaje máximo otorgado a ese organismo.

Sustrato.

Tiene un total de 5 puntos. Se refiere al tipo y cantidad de material existente en el sustrato del lecho del embalse para esa estación. Anotar en el tipo de material que constituye el sustrato, la cantidad existente de acuerdo a los porcentajes propuestos (estos porcentajes designan la cantidad de material existente en el campo visual del punto de muestreo). Puede haber más de dos tipos de sustratos, pero la suma de todo el material no sea mayor a 5 puntos. El puntaje propuesto para cada tipo de sustrato se presenta a continuación:

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Limo	0.4 - 0
Arcilla	0.8 - 0.4
Arena	0.8 - 1.2
Grava	1.2 - 1.6
Cantos rodados	1.6 - 2.0
Rocas pequeñas	2.0 - 2.4
Grandes rocas	2.0 - 2.4

De acuerdo a esta escala, el número 1 de cada recuadro (que representa el porciento de la abundancia) tendrá el valor inferior para cada rango; el 2 tendrá el valor intermedio para cada rango y el 3 se le asignará el valor superior de cada rango. El subtotal representa la suma de los tipos de sustratos presentes.

El criterio de evaluación en estos puntos es opuesto a lo indicado anteriormente, a mayor concentración, un valor más alto, ya que son síntomas de una eutroficación (envejecimiento) y/o estancamiento del sistema.

Actividades antropogénicas que influyen en esta estación.

Son aquellas actividades que influyen directamente en el embalse y específicamente con el impacto que ocasionan estas actividades al sitio de muestreo (pueden estar incluso localizadas en la periferia del sitio de muestreo, pero que afecten o estén impactando directamente o indirectamente al embalse). Estas afectaciones pueden ser derrames o vertimientos al cuerpo de agua, desechos sólidos, descargas de aguas residuales, etc. A este apartado se le ha otorgando 15 puntos, señalando en el recuadro de ninguna. Si hay evidencia de algún tipo de actividad, marcar en el o los recuadros correspondientes. La escala a seguir será la siguiente:

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Industrial y minera	0 (o más de 2 actividades juntas)
Industrial o minera	5
Minera o industrial y agrícola.	2
Agrícola y/o pecuaria	8
Minera o industrial y urbana	3
Minera o industrial y rural	4
Agrícola y urbana	6
Agrícola y rural	7
Urbana	8
Rural	9

Caracterización

Segunda sección que sustenta el marco estimativo (Anexo 6), para un mejor conocimiento y una referencia de las condiciones del área de muestreo (CNA, 1997).

Condiciones hidrológicas del cuerpo de agua.- Este aspecto ha sido dividido en 4 aspectos que serán descritos de la siguiente manera.

Ancho: medir la anchura media del cuerpo de agua, para esto, realizar tres mediciones en diferentes puntos cercanos al área de muestreo y obtener un promedio.

Profundidad: medir la profundidad del cuerpo de agua en su parte media. Realizar tres mediciones en puntos cercanos al punto de muestreo y sacar promedio.

Velocidad del agua: medir la velocidad media del cuerpo de agua en un tramo de su estación. Realizar tres mediciones y obtener promedio.

Corriente: Indicar la condición de la corriente en razón a su velocidad.

Condiciones físicas del embalse: esta relacionado con las condiciones hidrológicas del embalse. Se refiere a la manera en que influye el cauce del cuerpo de agua en las orillas o márgenes del embalse.

Clima.- condiciones ambientales del aire en esa estación y hora.

Suelo del margen.- coloración que manifiesta el márgenes u orillas del cuerpo de agua. Este ejercicio es con el objeto de conocer algún indicio de contaminación.

Pendiente del margen.- Ángulo de inclinación que presenta el margen.

Característica ambiental aledaña al punto de muestreo: tipo de vegetación terrestre que rodea a la zona de muestreo. Indicar en el recuadro si esta ha sido alterada de su medio natural por afectaciones antropogénicas.

Principales usos del cuerpo de agua.- usos particulares del agua en esa zona de estudios aledaña al punto de muestreo.

6.3. Calidad del agua.

Se eligieron tres sitios de muestreo para evaluar la calidad del agua (Tabla 2), conforme los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua CE-CCA-001/1990, empleando 24 parámetros físicos, químicos y biológicos (Tabla 3).

La toma de muestras para análisis de calidad de agua se realizó por personal del Laboratorio Regional de Guanajuato de la Comisión Nacional del Agua, conforme a la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-000-1999. Aguas naturales epicontinentales, costeras y marinas – Muestreo.

Los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio Regional de Guanajuato de la Comisión Nacional del Agua, siguiendo los procedimientos establecidos por la normatividad vigente.

Tabla 2. Sitios de muestreo para análisis de calidad de agua (Anexo 2).

NÚMERO	SITIOS DE MUESTREO
1	Este
2	Centro
3	Oeste

Tabla 3. Parámetros para análisis de calidad de agua.

PARAMETROS	MÉTODO / TÉCNICA
PROFUNDIDAD (m)	Disco de Secchi
TRANSPARENCIA (m)	Disco de Secchi
TURBIEDAD (UNT)	Turbidimétrico
pH (unidades pH)	Potenciométrico
TEMPERATURA (°C)	Visual / Termómetro
OXIGENO DISUELTO (mg/L)	Iodométrico o de Winkler
DBO (mg/L)	Modificado de Winkler
DQO (mg/L)	Dicromato de potasio
N-AMONIAICAL (mg/L)	Kjeldahl
N-ORGANICO (mg/L)	Kjeldahl
N-NITRITOS (mg/L)	Diazoación
N-NITRATOS (mg/L)	Sulfato de brucina
FOSFATOS TOTALES (mg/L)	Cloruro estanoso
ORTOFOSFATOS (mg/L)	Cloruro estanoso
SULFATOS (mg/L)	Espectrofotométrico
ALCALINIDAD total (mg/L)	Volumétrico
SÓLIDOS TOTALES (mg/L)	Gravimétrico
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	Gravimétrico
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	Gravimétrico
CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Conductivimétrico
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	Tubos múltiples
COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)	Tubos múltiples
CARBONATOS (mg/L)	Volumétrico
BICARBONATOS (mg/L)	Volumétrico

6.4. Manejo de datos.

Los resultados de calidad de agua son comparados con los criterios ecológicos de calidad del agua para la protección de la vida acuática en agua dulce.

Los parámetros oxígeno disuelto, pH y temperatura, se evaluarán por separado debido a que las variaciones de estas condiciones son precursoras de un brote de botulismo aviar.

La avifauna identificada en los monitoreos será empleada para determinar la riqueza específica, así como determinar las especies susceptibles al botulismo aviar tipo "C".

Los resultados de la evaluación del ambiente serán empleados para determinar el grado de contaminación de la laguna.

7. RESULTADOS

Calidad de agua.

En las tablas 3, 4, 5 y 6 se presentan los resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos de los tres sitios de muestreo en los meses de mayo, agosto y noviembre del 2002, así como febrero del 2003, los cuales serán comparados con los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua, en los parámetros que determinan la calidad para la protección de la vida acuática de agua dulce (CE-CCA-001/89, 1989).

La profundidad promedio mínima que se reportó en el embalse fue 1.02 m. en el mes de mayo, incrementando a 1.15 m. para el mes de agosto, y reportando la profundidad máxima 2.17 m. en el mes de noviembre, disminuyendo para el mes de febrero a 1.83 m. El valor de transparencia promedio mínimos registrado en el embalse fue de 0.12 m. en el mes de mayo, incrementando a 0.13 m. en el mes de agosto, registrando el valor máximo 0.31 m. en noviembre, disminuyendo en febrero a 0.22 m. (Figura 3)

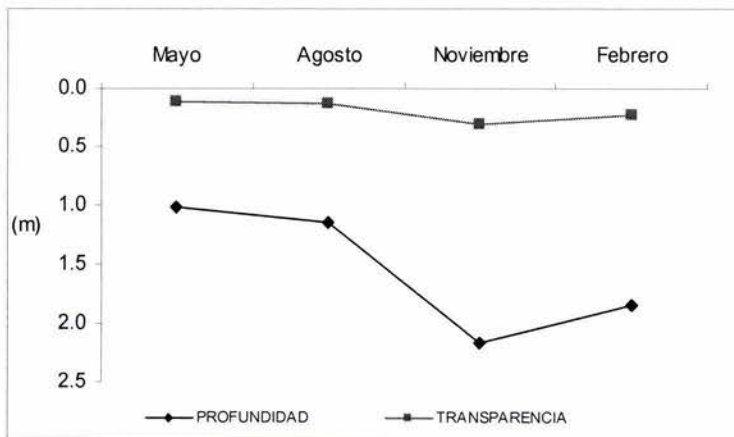


Figura 3. Promedio de la profundidad y transparencia en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

El valor de temperatura promedio mínima registrado en la columna de agua fue de 28°C en el mes de mayo, en agosto la temperatura fue de 26°C, registrando el valor mínimo 18°C en noviembre, en el mes de febrero la temperatura fue de 22°C (Figura 4).

La temperatura no debe variar más de 1.5 °C, tomando como referencia el valor en condiciones naturales (CECA-PVA-AD, 1989).

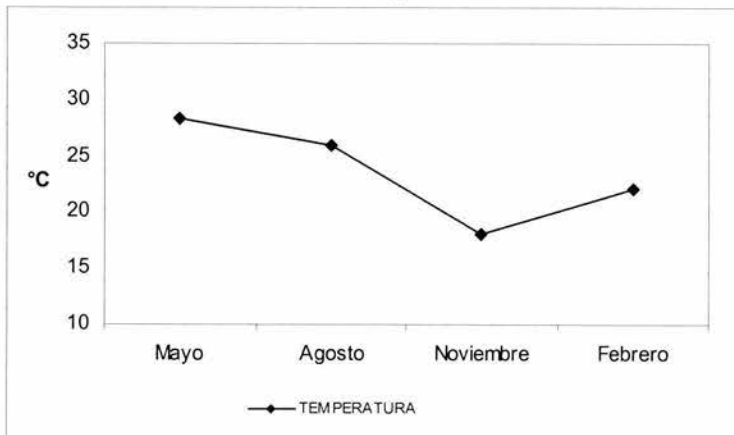


Figura 4. Promedio de la temperatura en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

Los valores de pH para el mes de mayo variaron de 8.6 a 9, en el mes de agosto de 9.1 a 9.5, en el mes de noviembre de 8.3 a 8.8 y en el mes de febrero de 8.6 a 8.8 (Figura 5).

El pH no debe variar más de 0.2 unidades de pH, tomando como base el valor natural estacional (CECA-PVA-AD, 1989).

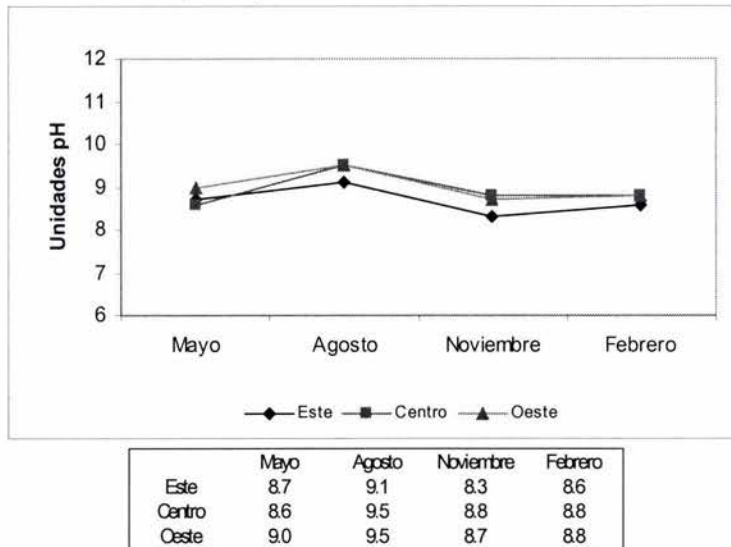


Figura 5. Variación del potencial hidrógeno en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

La concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua en el mes de mayo fue de 5.5 mg/L en la estación Centro, siendo este el valor mínimo durante el ciclo anual, incrementándose considerablemente en la estación Este a 8.9 mg/L y 11 mg/L en la estación Oeste. En el mes de agosto en la estación Centro fue de 13.6 mg/L, siendo este el valor máximo durante el ciclo anual, disminuyendo a 12.4 mg/L en las estaciones Este y Oeste. En el mes de noviembre la concentración mínima se reportó en la estación Este 5.1 mg/L, incrementándose en la estación Centro a 8.7 mg/L y en la estación Oeste se reportó la concentración máxima 9.7 mg/L. En el mes de febrero la concentración mínima se reporta en la estación este 5.7 mg/L, incrementándose a 8.3 mg/L en la estación Centro, hasta llegar a 8.7 mg/L en la estación Oeste (Figura 6).

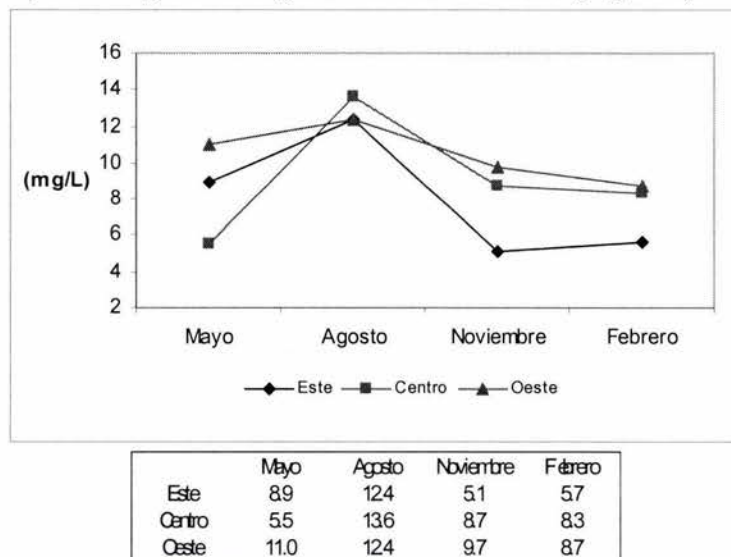


Figura 6. Variación del oxígeno disuelto en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

El contenido de oxígeno disuelto en el agua no debe ser inferior a 5 mg/L (CECA-PVA-AD, 1989).

La concentración promedio máxima de alcalinidad total reportado fue 456.57 mg/L en el mes de mayo, 325 mg/L en el mes de agosto, 291.33 mg/L en noviembre que fue el valor mínimo y 342 mg/L en febrero.

La concentración promedio máxima de bicarbonatos en la laguna fue de 483.33 mg/L en el mes de mayo, el valor mínimo 256.33 mg/L en agosto, 323 mg/L en noviembre y 347 mg/L en febrero.

La concentración promedio de carbonatos reportado para el mes de mayo fue de 36 mg/L, en el mes de agosto la concentración máxima de 68.80 mg/L, en noviembre la concentración mínima de 15.83 mg/L y en febrero de 23.73 mg/L (Figura 7).

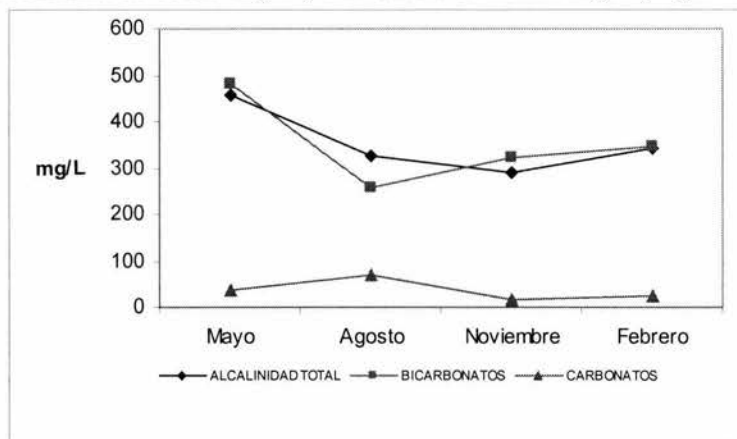


Figura 7. Promedio de la alcalinidad total, bicarbonatos y carbonatos en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

El valor promedio máximo reportado de conductividad eléctrica fue en el mes de mayo con 1007 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en agosto se reportan 778 $\mu\text{S}/\text{cm}$, reportando el valor mínimo en noviembre 633 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 653 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mes de febrero.

La concentración promedio reportada para sólidos totales es de 730 mg/L en mayo, 582 mg/L en agosto, 475 mg/L en noviembre y 528 mg/L en febrero.

La concentración promedio para sólidos disueltos en mayo fueron de 676 mg/L, en agosto 536 mg/L, en noviembre 441 mg/L y en febrero 487 mg/L

Para el mes de mayo se reportaron concentraciones promedio de sólidos suspendidos de 53.67 mg/L, en el mes de agosto 46.67 mg/L, en noviembre 34 mg/L y en febrero 41.67 mg/L (Figura 8)

Los sólidos suspendidos no deben reducir la profundidad del nivel de compensación de la luz para la actividad fotosintética en más de un 10% del valor natural (CECA-PVA-AD, 1989).

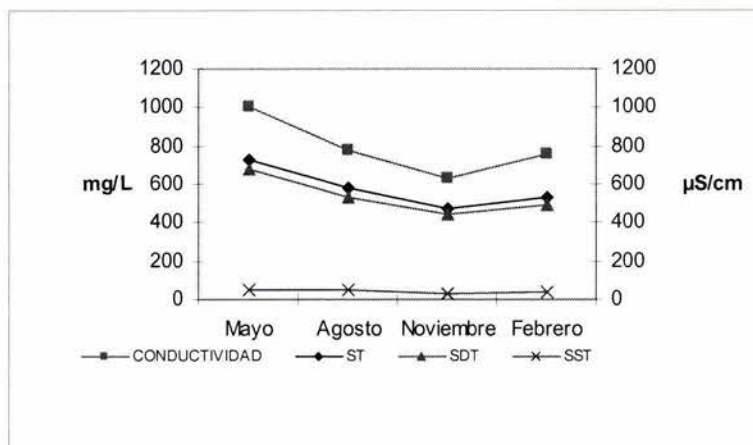


Figura 8. Promedio de conductividad eléctrica, sólidos totales (ST), sólidos disueltos totales (SDT) y sólidos suspendidos totales (SST) en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

El valor promedio de la turbiedad en el muestreo del mes de mayo fue de 24 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), incrementando a 33.12 UNT en el mes de agosto, disminuyendo a 21.5 UNT en el mes de noviembre, hasta llegar a 19.83 UNT en el mes de febrero (Figura 9).

La turbiedad no debe reducir la profundidad del nivel de compensación de la luz para la actividad fotosintética en más de un 10% del valor natural (CECA-PVA-AD, 1989).

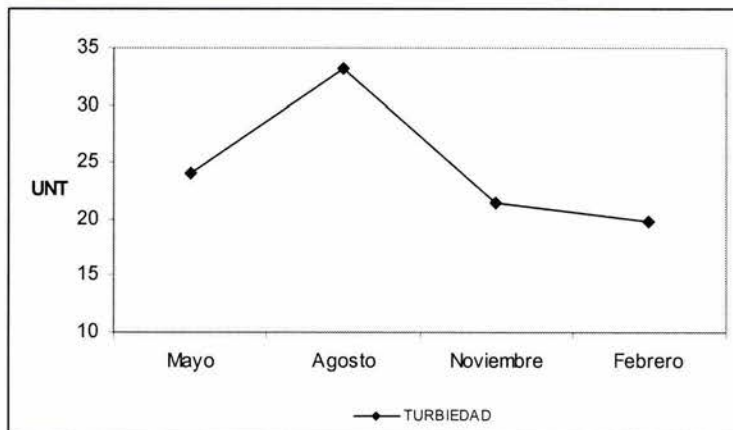


Figura 9. Promedio de la turbiedad en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

La concentración de nitrógeno amoniacal en el agua no debe exceder los 0.06 mg/L (CECA-PVA-AD, 1989). En este caso los resultados obtenidos en todos los puntos de muestreos fueron inferiores a 0.05 mg/L.

El nitrógeno orgánico presentó concentraciones promedio de 3.99 mg/L en mayo, siendo esta la concentración más alta en el año, en agosto se reportaron 3.97 mg/L, la concentración más baja se reportó en el mes de noviembre 1.96 mg/L y en febrero se reportaron 2.29 mg/L.

Los nitratos reportaron concentraciones promedio para el mes de mayo 0.39 mg/L, en agosto 0.18 mg/L, en noviembre se reportó una concentración menor a 0.01 mg/L y en febrero 0.01 mg/L.

En el caso de los nitritos todas las concentraciones reportadas fueron inferiores a 0.002 mg/L (Figura 10).

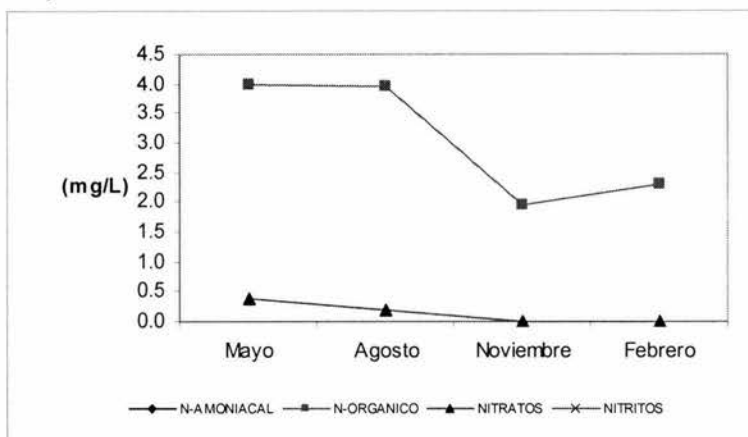


Figura 10. Promedio del nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitratos y nitritos en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

La concentración de fosfatos en el agua no debe ser superior a 0.025 mg/L (CECA-PVA-AD, 1989). La concentración promedio reportada para el mes de mayo es de 2.54 mg/l, en agosto de 1.1 mg/L, en noviembre de 1.33 mg/L y en febrero de 1.69 mg/L.

La concentración promedio reportada para el mes de mayo 2.13 mg/L, en agosto de 0.75 mg/L, en noviembre 1.12 mg/L y en febrero 1.48 mg/L.

La concentración de sulfatos en el agua no debe superar los 0.005 mg/L (CECA-PVA-AD, 1989). La concentración promedio reportada para el mes de mayo es de 29.47 mg/L, en agosto de 34.14 mg/L, en noviembre de 23.77 mg/L y en febrero 8.96 mg/L (Figura 11).

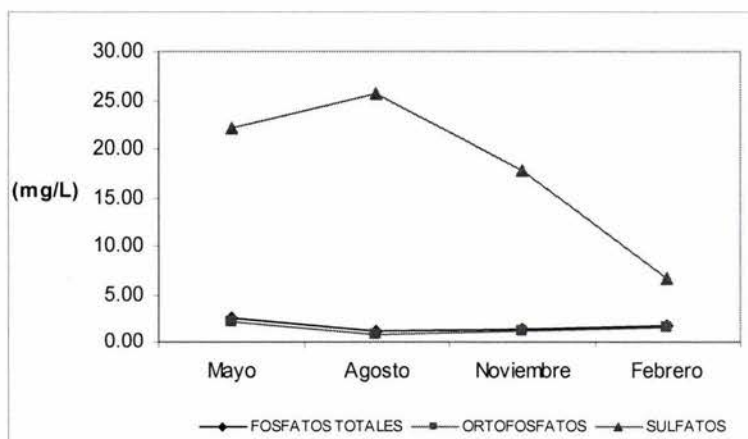


Figura 11. Promedio de fosfatos totales, ortofosfatos y sulfatos en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

Las coliformes fecales no deben exceder los 200 organismos como numero más probable en 100 mL (NMP/100 mL) (CECA-PVA-AD, 1989). Se reportó para el punto de muestreo Este, en el mes de noviembre un valor de 230 NMP/100 mL. Para el resto de los puntos de muestreo en este mes, así como en el total de puntos de los demás meses no se detectaron organismos coliformes fecales.

Las coliformes totales registran valores en el mes de mayo de 446 NMP/100 mL, 24 NMP/100mL en agosto, 340 NMP/100 mL en noviembre y 653 NMP/100mL en el mes de febrero (Figura 12).

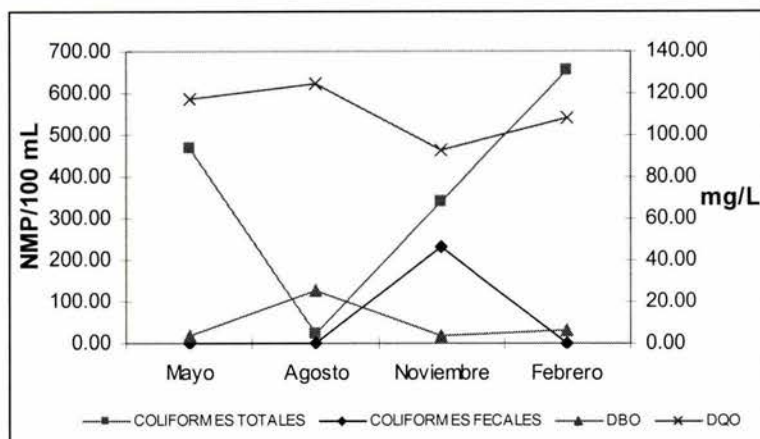


Figura 12. Variación de coliformes totales y fecales en la laguna de Yuriria, (2002-2003).

Tabla 3. Resultados de calidad de agua de la Laguna de Yuriria Guanajuato. Mayo-2002.

PARAMETROS	OESTE	CENTRO	ESTE	CECA- PVA-AD	VALOR PROMEDIO	D. S	C. V.
HORA	07:55	08:15	13:30				
PROFUNDIDAD (m)	1.05	0.9	1.1		1.02	0.10	10.24
TRANSPARENCIA (m)	0.1	0.15	0.1		0.12	0.03	24.74
TURBIEDAD (NTU)	29.5	27.5	15	RFA -10%	24.00	7.86	32.74
pH (unidades pH)	9	8.6	8.7	VNE+/- 0.2			
TEMPERATURA (°C)	28	28	28	CN+/- 1.5	28.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (mg/L)	11	5.48	8.93	5	8.47	2.79	32.92
DBO (mg/L)	4.06	4.06	3.38		3.83	0.39	10.24
DQO (mg/L)	124	124	105		117.67	10.97	9.32
N-AMONIACAL (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.06			
N-ORGANICO (mg/L)	4.06	3.22	4.69		3.99	0.74	18.48
N-NITRITOS (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002				
N-NITRATOS (mg/L)	0.35	0.39	0.43		0.39	0.04	10.26
FOSFATOS TOTALES (mg/L)	2.97	2.49	2.17	0.025	2.54	0.40	15.83
ORTOFOSFATOS (mg/L)	2.19	2.23	1.98		2.13	0.13	6.29
SULFATOS (mg/L)	20.8	39.1	28.5	0.005	22.10	9.19	41.57
ALCALINIDAD total (mg/L)	440	445	485		456.67	24.66	5.40
SOLIDOS TOTALES (mg/L)	704	718	768		730.00	33.65	4.61
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	52	37	72	RFA -10%	53.67	17.56	32.72
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	652	681	696		676.33	22.37	3.31
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	957	1020	1046		1007.67	45.78	4.54
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	430	930	40		466.67	446.13	95.60
COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)	ND	ND	ND	200			
CARBONATOS (mg/L)	43.2	31.2	33.6		36.00	6.35	17.64
BICARBONATOS (mg/L)	448	479	523		483.33	37.69	7.80

CECA-PVA-AD: Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la Protección de la Vida Acuática en Agua Dulce.

RFA: Región Fotosintéticamente Activa.

VNE: Valor Natural estacional.

CN: Condiciones Naturales.

D S: Desviación Estándar.

C V: Coeficiente de Variación.

Tabla 4. Resultados de calidad de agua de la Laguna de Yuriria Guanajuato.
Agosto-2002.

PARAMETROS	OESTE	CENTRO	ESTE	CECA-PVA-AD	VALOR PROMEDIO	D. S	C. V.
HORA	08:00	08:20	08:35				
PROFUNDIDAD (m)	1.1	1.15	1.2		1.15	0.05	4.35
TRANSPARENCIA (m)	0.15	0.15	0.1		0.13	0.03	21.65
TURBIEDAD (NTU)	35.5	28	36	RFA -10%	33.17	4.48	13.51
pH (unidades pH)	9.5	9.5	9.1	VNE+/- 0.2			
TEMPERATURA (°C)	26	26	26	CN+/- 1.5	26.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (mg/L)	12.4	13.6	12.4	5	12.80	0.69	5.41
DBO (mg/L)	27.4	30.4	18.9		25.57	5.97	23.33
DQO (mg/L)	137	118	118		124.33	10.97	8.82
N-AMONIACAL (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.06			
N-ORGANICO (mg/L)	3.99	3.01	4.9		3.97	0.95	23.83
N-NITRITOS (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002				
N-NITRATOS (mg/L)	0.164	0.164	0.2		0.18	0.02	11.81
FOSFATOS TOTALES (mg/L)	1.22	1.04	1.04	0.025	1.10	0.10	9.45
ORTOFOSFATOS (mg/L)	0.824	0.733	0.697		0.75	0.07	8.71
SULFATOS (mg/L)	32	31.2	39.3	0.005	25.63	4.46	17.42
ALCALINIDAD total (mg/L)	385	335	255		325.00	65.57	20.18
SOLIDOS TOTALES (mg/L)	656	592	500		582.67	78.42	13.46
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	53	57	30	RFA -10%	46.67	14.57	31.22
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	603	535	470		536.00	66.51	12.41
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	870	823	641		778.00	120.95	15.55
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	14	39	21		24.67	12.90	52.29
COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)	N.D	N.D	N.D	200			
CARBONATOS (mg/L)	84	76.8	45.6		68.80	20.41	29.67
BICARBONATOS (mg/L)	299	252	218		256.33	40.67	15.87

CECA-PVA-AD: Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la Protección de la Vida Acuática en Agua Dulce

RFA: Región Fotosintéticamente Activa.

VNE: Valor Natural estacional.

CN: Condiciones Naturales.

D S: Desviación Estándar.

C V: Coeficiente de Variación.

Tabla 5. Resultados de calidad de agua de la Laguna de Yuriria Guanajuato.
Noviembre-2002.

PARAMETROS	OESTE	CENTRO	ESTE	CECA-PVA-AD	VALOR PROMEDIO	D. S	C. V.
HORA	07:50	08:15	08:30				
PROFUNDIDAD (m)	2.3	2.3	1.9		2.17	0.23	10.66
TRANSPARENCIA (m)	0.27	0.35	0.32		0.31	0.04	12.90
TURBIEDAD (NTU)	20.5	14.5	29.5	RFA -10%	21.50	7.55	35.12
pH (unidades pH)	8.7	8.8	8.3	VNE+/- 0.2			
TEMPERATURA (°C)	18	18	18	CN+/- 1.5	18.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTO (mg/L)	9.74	8.73	5.07	5	7.85	2.46	31.31
DBO (mg/L)	4.06	2.71	3.72		3.50	0.70	20.08
DQO (mg/L)	102	102	73		92.33	16.74	18.13
N-AMONIACAL (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.06			
N-ORGANICO (mg/L)	2.17	2.1	1.61		1.96	0.31	15.57
N-NITRITOS (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002				
N-NITRATOS (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01				
FOSFATOS TOTALES (mg/L)	1.38	1.4	1.22	0.025	1.33	0.10	7.40
ORTOFOSFATOS (mg/L)	0.998	1.15	1.22		1.12	0.11	10.11
SULFATOS (mg/L)	26.4	20.8	24.1	0.005	17.83	2.81	15.79
ALCALINIDAD total (mg/L)	291	297	286		291.33	5.51	1.89
SOLIDOS TOTALES (mg/L)	460	494	472		475.33	17.24	3.63
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	35	38	29	RFA -10%	34.00	4.58	13.48
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	425	456	443		441.33	15.57	3.53
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	614	657	628		633.00	21.93	3.46
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	230	40	750		340.00	367.56	108.11
COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)	N.D	N.D	230	200			
CARBONATOS (mg/L)	13.2	29	5.28		15.83	12.08	76.30
BICARBONATOS (mg/L)	328	303	338		323.00	18.03	5.58

CECA-PVA-AD: Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la Protección de la Vida Acuática en Agua Dulce

RFA: Región Fotosintéticamente Activa.

VNE: Valor Natural estacional.

CN: Condiciones Naturales.

D S: Desviación Estándar.

C V: Coeficiente de Variación.

Tabla 6. Resultados de calidad de agua de la Laguna de Yuriria Guanajuato.
Febrero-2003.

PARAMETROS	OESTE	CENTRO	ESTE	CECA-PVA-AD	VALOR PROMEDIO	D. S.	C. V.
HORA	08:10	08:30	08:45				
PROFUNDIDAD (m)	1.95	1.85	1.7		1.83	0.13	6.86
TRANSPARENCIA (m)	0.2	0.22	0.24		0.22	0.02	9.09
TURBIEDAD (NTU)	22.5	17	20	RFA -10%	19.83	2.75	13.88
pH (unidades pH)	8.8	8.8	8.6	VNE+/- 0.2			
TEMPERATURA (°C)	22	22	22	CN+/- 1.5	22.00	0.00	0.00
OXIGENO DISUELTTO (mg/L)	8.73	8.32	5.68	5	7.58	1.66	21.85
DBO (mg/L)	6.9	6.09	4.87		5.95	1.02	17.16
DQO (mg/L)	114	105	105		108.00	5.20	4.81
N-AMONIACAL (mg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	0.06			
N-ORGANICO (mg/L)	2.16	2.31	2.39		2.29	0.12	5.11
N-NITRITOS (mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002				
N-NITRATOS (mg/L)	<0.01	<0.01	0.01		0.01		
FOSFATOS TOTALES (mg/L)	1.58	1.73	1.77	0.025	1.69	0.10	5.92
ORTOFOSFATOS (mg/L)	1.46	1.52	1.47		1.48	0.03	2.17
SULFATOS (mg/L)	7.56	9.58	9.74	0.005	6.72	1.22	18.08
ALCALINIDAD total (mg/L)	346	346	335		342.33	6.35	1.86
SOLIDOS TOTALES (mg/L)	522	536	528		528.67	7.02	1.33
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	37	40	48	RFA -10%	41.67	5.69	13.65
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	485	496	480		487.00	8.19	1.68
CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	766	766	737		756.33	16.74	2.21
COLIFORMES TOTALES (NMP/100mL)	230	230	1500		653.33	733.23	112.23
COLIFORMES FECALES (NMP/100mL)	N.D.	N.D.	N.D.	200			
CARBONATOS (mg/L)	29	23.7	18.5		23.73	5.25	22.12
BICARBONATOS (mg/L)	298	373	370		347.00	42.46	12.24

CECA-PVA-AD: Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para la Protección de la Vida Acuática en Agua Dulce.

RFA: Región Fotosintéticamente Activa.

VNE: Valor Natural estacional.

CN: Condiciones Naturales.

D S: Desviación Estándar.

C V: Coeficiente de Variación.

Avifauna de la laguna y zonas aledañas.

Riqueza específica.

Se registraron 44 especies, en 32 géneros, 41 familias que incluyen 9 subfamilias y 8 ordenes (Tabla 7). El sitio con mayor riqueza específica es Puquichapio con 30 especies, seguido por Cuadrilla con 27, Cahuajeo con 25, San Pedro con 24, Tepetates con 23, Santiaguillo con 20, los sitios con menos especies son Granjeral y Rancho Viejo con 15.

De las 44 especies identificadas en los monitoreos, se encontraron 6 especies que están protegidas por la NOM-059-ECOL-2001 Protección Ambiental-Especies Nativas de México Flora y Fauna Silvestre.

Anas platyrhynchos diaza y *Nyctanassa violacea*, que se encuentran en la categoría de amenazada y su distribución es endémica.

Botaurus lentiginosus, que se encuentra en la categoría de amenazada y no es endémica

Ardea herodias santilucae, la cual se encuentra sujeta a protección especial y es endémica.

Notiochelidon pileata, la cual se encuentra sujeta a protección especial y no es endémica.

Charadrius melodus, el cual se encuentra en peligro de extinción y no es endémico.

Tabla 7. Listado taxonómico de las aves según American Ornithologist's Union (A.O.U. 2003) y su estacionalidad de acuerdo con (Howell y Webb, 1995).

ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	ESTACIONALIDAD	
ANSERIFORMES	ANATIDAE	Dendrocygnae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	N	
		Anatinae	<i>Anas americana</i>	T-VI	
			<i>Anas platyrhynchos</i>	RR	
			<i>Anas discors</i>	T-VI	
			<i>Anas cyanoptera</i>	RV	
			<i>Anas clypeata</i>	T-VI	
			<i>Anas acuta</i>	T-VI	
			<i>Aythya collaris</i>	VI	
<i>Aythya affinis</i>	VI				
PODICIPEDIFORMES	PODICIPEDIDAE		<i>Podilymbus podiceps</i>	R	
PELECANIFORMES	PELECANIDAE		<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	T-VI	
CICONIIFORMES	ARDEIDAE		<i>Botaurus lentiginosus</i>	VI	
		<i>Ardea herodias</i>	T-VI		
		<i>Ardea alba</i>	T-VI		
		<i>Egretta tula</i>	R		
		<i>Egretta caerulea</i>	T-VI		
		<i>Bubulcus ibis</i>	T-VI		
		<i>Butorides striatus</i>	T-VI		
		<i>Nycticorax nycticorax</i>	T-VI		
		<i>Nyctanassa violacea</i>	R		
		THRESKIORNITHIDAE	Threskiornithinae	<i>Plegadis chihi</i>	VI
		CATHARTIDAE		<i>Cathartes aura</i>	R
GRUIFORMES	RALLIDAE		<i>Gallinula chloropus</i>	R	
			<i>Fulica americana</i>	R	
CHARADRIIFORMES	CHARADRIIDAE	Charadriinae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	T-VI	
			<i>Charadrius melodus</i>	T-VI	
			<i>Charadrius vociferus</i>	T-VI	
	RECURVIROSTRIDAE		<i>Himantopus mexicanus</i>	R	
			<i>Recurvirostra americana</i>	T-VI	
	JACANIDAE		<i>Jacana spinosa</i>	R	
	SCOLOPACIDAE	Scolopacinae	<i>Calidris pusilla</i>	T	
	LARIDAE	Larinae	<i>Larus atricilla</i>	R	
			<i>Larus delawarensis</i>	VI	
			<i>Larus argentatus</i>	VI	
	Sternae	<i>Sterna caspia</i>	T-VI		
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE		<i>Columbina inca</i>	R	
PASSERIFORMES	FLUVICOLINAE		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	R	
	HIRUNDINIDAE	Hirundininae	<i>Notiochelidon pileata</i>	R	
			<i>Hirundo rustica</i>	R	
	PARULIDAE		<i>Geothlypis nelsoni</i>	R	
	ICTERIDAE		<i>Agelaius phoeniceus</i>	R	
			<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	T-VI	
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	R		
FRINGILLIDAE	Carduelinae	<i>Carduelis psaltria</i>	R		

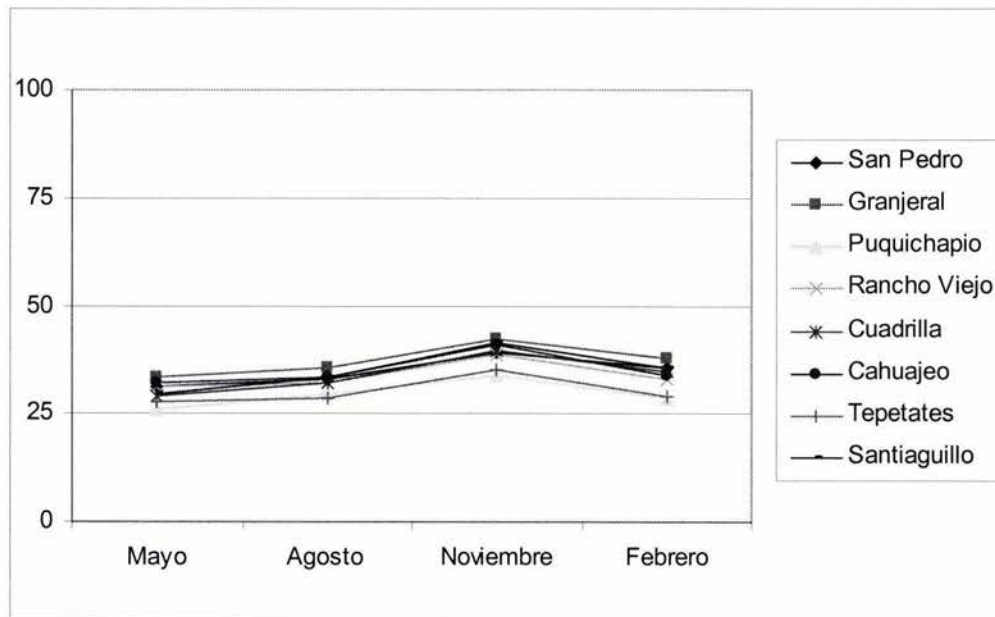
R = Residente
RV = Residente en verano
VI = Visitante invernal
T = Transitorio
N = Nomada

Evaluación visual del ambiente.

Los valores de asignación para un ambiente acuático, que han sido establecidos siguiendo los criterios de la evaluación visual serán los siguientes:

- 100 -75 puntos ----- ambiente sano, no contaminado
- 75 - 50 puntos ----- ambiente en vías de ser contaminado
- 50 - 25 puntos ----- ambiente contaminado
- 25 - 0 puntos ----- ambiente altamente contaminado

Los valores extremos en la evaluación visual del ambiente fueron 25.8 puntos en Puquichapio en el mes de mayo y 42.5 puntos en Granjeral en el mes de noviembre, los valores mínimos durante todo el año se registraron en la estación Puquichapio y los valores máximos fueron registrados en la estación Granjeral.



	Mayo	Agosto	Noviembre	Febrero
San Pedro	31.1	33.1	39.1	35.6
Granjeral	33.7	35.5	42.5	38.0
Puquichapio	25.8	29.5	33.8	28.8
Rancho Viejo	31.1	32.1	38.6	32.9
Cuadrilla	29.1	32.1	39.6	34.6
Cahuajeo	32.3	33.3	40.8	34.1
Tepetates	27.8	28.5	35.2	29.2
Santiaguillo	29.5	33.5	41.5	35.5

Figura 13. Variación estacional de la evaluación visual de ambiente en los sitios de monitoreo de aves.

Monitoreo de los cuerpos de agua cercanos a la laguna.

De acuerdo con los reportes de aves acuáticas muertas en embalses del Estado de Guanajuato, se llevaron a cabo visitas de inspección en los 13 embalses que se indican en las tablas 7 y 8, verificando la presencia de aves acuáticas muertas, evaluando las condiciones generales de los embalses, así como la toma de muestras para determinar calidad de agua es adecuada para la protección de la vida acuática en agua dulce.

Se detectaron 2 organismos muertos en la laguna de Yuriria, estimando una población de 8 000 aves. En la presa de Silva se detectaron 20 organismos muertos y una población de 4 000 aves. En el bordo Malagana se constato la presencia de 200 organismos muertos y una población de 2 000 aves. En el bordo la Estación fueron 162 los organismos muertos, con una población estimada de 4 000 aves. En los demás embalses no se detectaron aves muertas. Las especies con mayor número de organismos muertos fueron *Anas clypeata* pato cucharón, *Anas discors* cerceta azul y *Anas acuta* pato golondrino.

Los organismos fueron puestos a disposición de la PROFEPA del Estado de Guanajuato, para que realizara los análisis correspondientes para corroborar la causa de su muerte. Los cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los resultados fueron positivos para toxina botulinica tipo C, en contenidos intestinales, coagulo sanguíneo y larvas. Siendo negativos para metales esenciales y tóxicos.

La calidad del agua fue inadecuada según los (CECA-PVA-AD, 1989), en el Bordo la Estación, Bordo el General, Bordo de Arriba, Jalpa Nueva, Presa el Mastranzo y Presa San Germán. La calidad del agua fue adecuada en la Laguna de Yuriria, Presa de Silva, Bordo Malagana, Presa el Barrial y Jalpa Vieja.

Tabla 8. Relación de cuerpos de agua del Estado de Guanajuato, que reportan presencia de aves acuáticas (CNA, 2002).

NOMBRE	MUNICIPIO	SUPERFICIE INUNDADA (ha)	SUPERFICIE MÁXIMA (ha)	CALIDAD DEL AGUA	RECEPCIÓN AGUAS NEGRAS
Laguna de Yuriria	Yuriria	5189	8400	Adecuada	Yuriria, Uriangato y Moroleon
Presa de Silva	San Francisco del Rincon	60	70	Adecuada	No
Bordo Malagana	León	25	37	Adecuada	No
Bordo la Estación	Penjamo	12	15	Inadecuada	Penjamo y Zahurdas
Bordo el General	Penjamo	6	6	Inadecuada	Penjamo y Zahurdas
Bordo de Arriba	Penjamo	3	3	Inadecuada	Penjamo y Zahurdas
Bordo Corralejo	Penjamo	0	27	Adecuada	No
Presa El Mastranzo	León	15	15	Inadecuada	León
Presa San Germán	León	40	40	Inadecuada	León
Presa el Barrial	San Francisco del Rincon	474	526	Adecuada	Guanajal y San Antonio Casas B.
Jalpa vieja	Purísima del Rincon	152	170	Adecuada	No
Jalpa Nueva	Purísima del Rincon	320	356	Inadecuada	No
Presa Tres Villas	Cuerrámaro	300	300	Inadecuada	León, San Francisco del Rincon

Tabla 9. Reportes de aves acuáticas muertas y censos en cuerpos de agua del Estado de Guanajuato en diciembre de 2002 (CNA, 2002).

NOMBRE	REPORTE A PROFEPA	ORG. MUERTOS	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN MÁXIMA	RESPONSABLE DE CALIDAD DEL AGUA
Laguna de Yuriria	02/10/2002	2	8 000	100 000	CNA
Presa de Silva	13/10/2002	20	4 000	15 000	CNA
Bordo Malagana	25/10/2002	200	2 000	10 000	CNA
Bordo la Estación	28/10/2002	162	4 000	12 000	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Bordo el General	-----	-----	2 000	3 000	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Bordo de Arriba	-----	-----	1 000	2 000	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Bordo Corralejo	-----	-----	-----	-----	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Presa El Mastranzo	-----	-----	1 000	5 000	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Presa San Germán	-----	-----	2 000	6 000	Comisión Estatal de Agua, Guanajuato
Presa el Barrial	-----	-----	4 000	-----	CNA
Jalpa vieja	-----	-----	2 000	-----	CNA
Jalpa Nueva	-----	-----	2 000	-----	CNA
Presa Tres Villas	-----	-----	5 000	20 000	CNA

8. ANALISIS DE RESULTADOS

Calidad de agua.

La laguna de Yuriria, presenta constantes ciclos de mezcla en la columna de agua a lo largo de un ciclo anual. Esto es originado por la gran cantidad de calor que recibe durante el día, y la pérdida de este durante la noche, lo cual origina un diferencial de densidad entre el epilimnion y el hipolimnion, provocando una mezcla completa durante la noche. Ruttner (1963), citado por Wetzel (1981) caracteriza este tipo de lagos como cálidos polimícticos. Lewis (1983) los clasifica como polimícticos cálidos continuos.

Wetzel (1981) menciona que el efecto del viento es el agente principal de mezcla en los lagos tropicales, presentando un periodo frecuente de circulación, favorecido por el tamaño, morfometría y profundidad del cuerpo de agua.

Debido a que la mezcla de la columna de agua es constante ya sea por efecto de la temperatura o el viento, las muestras que se toman para determinar la calidad del agua son a una profundidad (superficial), debido principalmente a que las condiciones son homogéneas a lo largo de la columna de agua.

La temperatura en la columna de agua no presenta variación entre los sitios de muestreo, y su comportamiento a través del año es mayor en el mes de mayo que registra sus valores máximos de 29°C y sus valores mínimos de 18°C los registra en el mes de noviembre, siguiendo los patrones de temperatura ambiental estacional, mayo final de la temporada de secas y noviembre inicio de la temporada fría húmeda.

El oxígeno disuelto es esencial para los procesos metabólicos de todos los organismos acuáticos que presenten respiración de tipo aerobia, su solubilidad que depende de la temperatura y presión, pero sobre todo su distribución en los lagos son esenciales para comprender la distribución, el comportamiento y el crecimiento fisiológico de los organismos (Wetzel, 1981).

La causa principal de desoxigenación del agua en los niveles más profundos del sistema se debe a la presencia de sustancias que en su conjunto se denominan residuos con requerimiento de oxígeno. Se trata de compuestos que se degradan fácilmente debido a la actividad bacteriana que consume el oxígeno disuelto disponible llegando con gran rapidez al agotamiento (Stoker y Seager, 1981).

Otro factor que afecta la disponibilidad de oxígeno en la columna de agua, es alta producción de material vegetal, que debido a su actividad fotosintética sobresatura las capas superficiales de oxígeno el cual escapa por difusión a la atmósfera a favor del gradiente natural de su concentración. Cuanto más productivo sea un lago más oxígeno necesitara para oxidar la materia orgánica (Margalef, 1976).

La concentración del oxígeno disuelto fue menor cuando el nivel de la columna de agua disminuyó, reportando concentraciones mínimas de 5.5 mg/l en el mes de mayo y las concentraciones máximas en el mes de agosto 13.6 mg/l. Este comportamiento se asocia con los lagos someros tropicales, que pueden llegar a ser lagos temporales si se presenta un bajo régimen de lluvias (Boulton y Broca, 2000).

En el mes de mayo se presentan las temperaturas ambientales más altas del año, por tal motivo la evaporación del agua es mayor y el volumen embalsado disminuye, así como la solubilidad del oxígeno. Por otro lado, debido a una mayor turbiedad la actividad fotosintética disminuye y el proceso de respiración de los organismos es mayor que el de producción de oxígeno. Para el mes de agosto en temporada de lluvias, la laguna registra su mayor almacenamiento. Al incrementar el grosor de la columna de agua, se incrementa la transparencia, la luz penetra a mayor profundidad en la columna de agua, la actividad fotosintética es favorecida y por consecuencia el oxígeno disuelto en el agua, además de que la temperatura es menor y esto favorece la solubilidad del gas en el agua (Wetzel, 1981).

La alcalinidad de las aguas se refiere a la cantidad y clase de compuestos presentes que en conjunto modifican el pH hacia el lado alcalino de la neutralidad. La alcalinidad normalmente es debida a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. El sistema de equilibrio del bióxido de carbono, bicarbonato y carbonato, es el principal mecanismo de tamponamiento de las aguas dulces (Margalef, 1983; Wetzel, 1981).

Las variaciones de pH a lo largo del año son de 1.2 unidades entre el valor más bajo 8.3 reportado en noviembre y el valor más alto 9.5 reportado en agosto.

La característica del agua de la laguna durante el año es alcalina, reportando las concentraciones mas altas en el mes de mayo y febrero (temporada de secas), disminuyendo en los meses de agosto y noviembre (temporada de lluvias), debido principalmente a una mayor disolución de los materiales en la columna de agua. El comportamiento de los bicarbonatos es similar al de la alcalinidad.

Lugo (2000) y Alcocer (1995) mencionan que la actividad fotosintética favorece la elevación del pH debido al consumo de cantidades elevadas de bióxido de carbono. En particular las cianofíceas son capaces de utilizar los iones bicarbonato convirtiéndolos a CO_2 por la acción de la enzima anhidrasa carbónica, liberando OH^- incrementando así el pH (Oliva, 2001).

La conductividad eléctrica se define como una medida de la resistencia de una solución a la corriente eléctrica y esta determinada por el contenido de sales iónicas (APHA, AWWA y WPCF, 1980).

Existen varias formas de medir la concentración de sólidos disueltos en el agua: salinidad, sólidos disueltos totales y conductividad. La salinidad es la medida convencional, pero requiere de un análisis iónico completo. La conductividad y los sólidos disueltos totales, debido a su mayor facilidad de medida son empleados más frecuentemente (Williams, 1981).

En general se observó un descenso de la conductividad desde el mes de agosto hasta noviembre, el cual fue causado por la dilución del agua de la laguna debido a la ocurrencia de la temporada de lluvias, el incremento de la conductividad posterior al mes de noviembre, fue debido al inicio de la temporada de secas que originó un menor volumen en el la laguna, aumentando la concentración de sales.

La variación en los parámetros sólidos totales, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales se debe principalmente a las fluctuaciones de volumen en la columna de agua.

La transparencia del agua se expresa usualmente como la profundidad de visión del disco de Secchi, la cual está en función de la cantidad de luz que penetra en la columna de agua, por efecto de la materia orgánica, sólidos inorgánicos disueltos y particulados.

La profundidad y la transparencia siguieron un mismo comportamiento de acuerdo con la temporada del año, en el periodo de secas disminuyeron y conforme transcurrió la época de lluvias los valores incrementaron.

Margalef (1983) menciona que en las aguas turbias o eutróficas, el disco de Secchi deja de verse antes de un metro. Por otro lado Delincé (1992) señala que cuando hay buena producción de fitoplancton, la visibilidad oscila entre 0.4 y 0.8 m. Los valores de transparencia de la laguna de Yuriria varían entre 0.12 en el mes de mayo y 0.31 en el mes de noviembre.

Los valores de turbiedad presentan un pico en el mes de agosto, este valor se asocia a los florecimientos de algas que se acentúan en esta época del año, así como el arrastre de terrígenos por las lluvias.

Los nutrientes son sales inorgánicas cuya presencia está en función de los aportes alóctonos y autóctonos del sistema, y en un segundo término la velocidad de reciclamiento del cuerpo acuático. Los principales compuestos denominados nutrientes son: el amonio, los nitratos, nitritos, fosfatos y los sulfatos. Estos son de gran importancia para la productividad del sistema, así como para el desarrollo y el crecimiento de los organismos. Una sobresaturación de nutrientes en el medio contribuye a la eutrofización, estado que es propicio para un constante florecimiento de fitoplancton (Contreras, 1994).

La variación espacial y temporal de los nutrientes se debe a que en temporada de lluvias los sistemas acuáticos reciben aportes con alto contenido de materia orgánica, además de la depuración de los excrementos del ganado y el filtrado del agua a través del suelo (Mason, 1984).

El nitrógeno en sus diferentes formas presentaron concentraciones bajas durante todo el año, los nitritos reportaron concentraciones de menos de 0.002 mg/L, el nitrógeno amoniacal reportó concentraciones de menores a 0.05 mg/L. En el caso de los nitratos las concentraciones fueron menores a 0.39 mg/L. La mayor concentración reportada fue la del nitrógeno orgánico con valores entre 1.96 y 3.99 mg/L.

La fijación del nitrógeno está directamente correlacionada con las concentraciones de nitrógeno orgánico disuelto en el agua. Las algas segregan muchos compuestos orgánicos simples de carbono y nitrógeno, parece entonces que la secreción de los compuestos orgánicos disueltos refleja el crecimiento de las poblaciones de cianofíceas y la fijación simultánea del nitrógeno (Wetzel, 1981).

Stoker y Seager (1981) considera que las aguas residuales domésticas son una fuente importante de nutrientes, en particular de fósforo. El escurrimiento de las tierras de

cultivo procedentes de suelos fertilizados también constituye un aporte importante. Los aportes de agua a la laguna son las descargas municipales de Yuriria, Uriangato y Moroleón, así como los escurrimientos de los distritos de riego que rodean el embalse, por tal motivo los valores de fósforo en la laguna son homogéneos durante todo el año.

Los resultados de sulfatos en la laguna reportan son altos durante todo el año, entre 8.96 mg/L y 34.17 mg/L. Los compuestos del azufre de las aguas naturales proceden de las rocas, de los fertilizantes y del transporte atmosférico por la precipitación y deposición de material seco. Actualmente las fuentes atmosféricas, enormemente incrementadas por la combustión de los productos industriales, predominan sobre las demás fuentes (Wetzel, 1981).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) es una estimación de la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un tiempo estándar de 5 días (APHA, AWWA y WPFC, 1980).

Los valores máximos se reportan en el mes de agosto, debido a que el arrastre de materia orgánica de los afluentes hacia la laguna es mayor en temporada de lluvias.

La determinación de la demanda química de oxígeno (DQO), es un indicador de la contaminación de un cuerpo de agua ya que se emplea para medir el contenido de materiales oxidables de aguas naturales como de residuales (APHA, AWWA y WPFC, 1980).

Los valores de la DQO serán siempre superiores a los de la DBO_5 efectuados en las mismas muestras debido a que es mayor el número de compuestos que se pueden oxidar por la vía química que biológicamente.

Los valores de la DQO se mantienen durante ciclo anual, entre 92.33 mg/L y 124.33 mg/L y son considerablemente mayores a los de la DBO_5 , debido principalmente a las descargas de tipo industrial de los municipios de Uriangato y Moroleón, en los cuales la actividad preponderante es la textil.

Uno de los problemas más comunes en los cuerpos de agua, es la presencia de microorganismos, entre ellos algunos patógenos, estos pueden encontrarse de manera natural u originarse a partir de desechos humanos. el grupo de los coliformes está formado por organismos aerobios y anaerobios facultativos, la determinación de los coliformes totales es el primer indicador de las condiciones en un medio acuático. Los coliformes fecales habitan normalmente en el intestino humano y en otros animales de sangre caliente, su determinación indica sensiblemente el tipo de contaminación presente en la zona. Los coliformes fecales tienen una limitada capacidad para sobrevivir en el agua fuera de su hospedero por lo que su presencia y número nos ayudan a estimar el grado de contaminación de un cuerpo de agua (NMX-AA-102-1987).

Criterios ecológicos de calidad del agua para la protección de la vida acuática en agua dulce.

Con base en los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos, se observó que los fosfatos y sulfatos rebasan el límite máximo permisible para la protección de la vida acuática en agua dulce.

Los coliformes fecales también rebasaron los límites máximos permitidos. Es importante anotar que estos fueron detectados en un solo sitio de muestreo (Este), durante el mes de noviembre.

Los resultados de turbiedad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal y sólidos suspendidos no rebasan los límites máximos permitidos.

Condiciones físicas y químicas.

De las tres condiciones físico-químicas que se requieren para que germine se reproduzca y genere toxina *Clostridium botulinium* (anoxia, pH alcalino, temperaturas calidas) (CNA, 1999c), se cumplieron dos de ellas alcalinidad y temperatura, no así la de anoxia. Sin embargo fueron reportadas aves acuáticas muertas en el mes de octubre. En el mes de noviembre se encontraron dos aves muertas en la laguna de Yuriria, una gallareta pico blanco y un cerceta azul que se encontraba en estado de descomposición, las cuales fueron retiradas para evitar que fueran un foco de infección, la causa que origino la muerte de estas aves fue que se enredaron en las redes de los pescadores de la laguna.

Medios de propagación.

Es importante mencionar que la muerte de aves acuáticas reportadas en los embalses del Norte del Estado de Guanajuato, se encuentran dentro de la ruta migratoria del Centro, estos embalse son utilizados por las aves como zonas de descanso y alimentación en su viaje hacia zonas en las que encuentren las condiciones adecuadas para anidar (Ramírez, 2000), de esta forma se puede inferir la posibilidad de que las aves migrantes puedan ingerir toxina botulínica durante estas estancias de descanso y alimentación. Tomando en cuenta que el periodo de incubación tras la ingestión de la toxina es de 4 a 72 horas (Carreño, 2001) y las velocidades de vuelo de las aves acuáticas migratorias es de 55-75 km/h (Dumac, 1999), es posible que lleguen a otros cuerpos de agua como la laguna de Yuriria, en donde presentan los primeros síntomas clínicos del botulismo, para posteriormente morir, convirtiéndose así en un foco infeccioso de botulismo tipo “C” (CNA, 1999a).

Evaluación del ambiente

La evaluación del ambiente reporto valores mínimos de 25.8 puntos en mayo y valores máximos de 42.5 en noviembre, los cuales caen en la categoría de entre 25 y 50 puntos, la cual describe un ambiente contaminado. Lo cual se debe a las descargas municipales sin tratamiento previo de Yuriria, Uriangato y Moroleón, así como los desechos sólidos que generan los poblados cercanos a la laguna.

Condiciones climáticas.

Magaña (1999) menciona que la ocurrencia del fenómeno “El Niño” ocasiona que la temporada de secas sea prolongada. Esta condición ocasiona una menor captación de agua, una mayor evaporación en los embalses debido al incremento de la temperatura ambiental generando condiciones propicias para el establecimiento de la bacteria *Clostridium botulinium*.

Los años en que se reportan brotes de botulismo aviar en la laguna son en 1998, 1999 y 2000. En el año 2001 no se reportó algún brote de botulismo aviar, debido a que la laguna se seco por completo, las aves al no encontrar un lugar adecuado para su estancia se establecieron en otros cuerpos de agua de la región. Los años antes mencionados están asociados al fenómeno de “El Niño”, que se presentó con mayor intensidad durante 1998 (Alfaro, 2000).

El fenómeno inverso a “El Niño”, denominado “La Niña” el cual está asociado con una temporada de lluvias abundantes y prolongadas (Magaña, 1999). Lo que permite una mayor captación de agua en el embalse. Condición que mejora las condiciones ambientales en la laguna, disminuyendo la posibilidad de un brote de botulismo aviar.

Influencia antropogénica.

En los años en que se han reportado brotes de botulismo aviar, se han prohibido las actividades de pesca en la laguna, con el fin de evitar algún contagio entre los consumidores del producto. Esta medida impacta de manera negativa en la economía de los pescadores, motivo por el cual al tratar de obtener información con respecto a la presencia de aves acuáticas muertas en la laguna, estos responden que no han detectado.

Sin embargo, los pescadores al encontrar aves acuáticas muertas inmediatamente las retiran del agua para posteriormente incinerarlas o enterrarlas. Ya que si reportaran el incidente, inmediatamente se prohibirían las pesquerías y se vería afectada esta actividad productiva.

De manera indirecta el retiro de estas aves acuáticas muertas soluciona en gran medida el problema en la laguna, ya que la presencia de estos organismos en descomposición es el factor determinante para que se presente un brote de botulismo aviar (CNA, 1999 a).

Ocurrencia de aves.

Las aves que se reportaron en cuando menos tres de los cuatro muestreos son consideradas para la laguna de Yuriria como residentes, las especies fueron: *Anas platyrhynchos*, *Anas cyanoptera*, *Aythya affinis*, *Podilymbus podiceps*, *Ardea herodias*, *Ardea alba*, *Egretta tula*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea*, *Plegadis chihi*, *Gallinula chloropus*, *Fulica americana*, *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius vociferus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Jacana spinosa*, *Agelaius phoeniceus*, *Quiscalus mexicanus*.

Las aves reportadas solo en invierno se consideraron como migratorias, las especies fueron: *Dendrocygna bicolor*, *Anas discors*, *Anas clypeata*, *Anas acuta*, *Aythya collaris*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *Botaurus lentiginosus*, *Egretta caerulea*, *Bubulcus ibis*, *Charadrius melodus*, *Larus atricilla*, *Larus delawarensis*, *Larus argentatus*, *Sterna caspia*, *Xanthocephalus xanthocephalus*.

9. CONCLUSIONES

La calidad del agua embalsada en la laguna de Yuriria, es adecuada para la preservación de la vida acuática en agua dulce, sin embargo las descargas municipales que se vierten en el embalse, originan un ambiente contaminado.

Las condiciones físicas y químicas en la laguna de Yuriria no son las favorables para que se germine y se reproduzca la bacteria *Clostridium botulinum*. No así para los embalses que se encuentran en el norte del estado, en donde las condiciones de temperatura, alcalinidad y anoxia son las favorables para el establecimiento de la bacteria.

Las aves acuáticas más susceptibles al botulismo aviar fueron migratorias en particular las especies *Anas clypeata* pato cucharón, *Anas discors* cerceta azul y *Anas acuta* pato golondrino.

Las aves acuáticas migratorias son los organismos que transportan la enfermedad del botulismo aviar entre los embalses de la región, ya que durante la época no migratoria, no se reportaron aves acuáticas muertas en ningún embalse.

10. RECOMENDACIONES

Vigilar los embalses del estado a los que arriban aves acuáticas migratorias para determinar la existencia de condiciones ambientales precursoras de botulismo y en su caso detectar oportunamente los posibles brotes para su atención.

Mantener un nivel mínimo de agua en la laguna que permita la cobertura de la totalidad del vaso, en particular la zona de tular. Esta recomendación es extensiva a todos los embalses del estado a los que arriban aves acuáticas migratorias.

Continuar con los monitoreos de calidad de agua en la laguna de manera estacional.

Realizar un programa de control de malezas acuáticas, estableciendo la zona de tular como un área de inundación permanente, construir islotes de vegetación separados por amplios canales, que incrementen la circulación y calidad del agua.

Instalar y operar convenientemente plantas de tratamiento de agua en Yuriria, Moroleón y Uriangato, así como realizar proyectos de saneamiento en las comunidades ribereñas de la laguna.

Evaluar la captura incidental de aves en mallas de pescadores como un factor de mortalidad de la población y que posteriormente sean un foco infeccioso.

11. LITERATURA CITADA

- A.O.U. American Ornithologist's Union, 2003. **Check List of North American Birds**. Ed. American Ornithologist's Union, Washington. 55 pp.
- Aguilera, G. L. 1991. **Estudio Florístico y Sinecológico de la Vegetación en el Cráter "Hoya de Rincón de Parangueo", Valle de Santiago, Gto.** Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados., 99 p.
- Alcocer, D. J. 1995. **Análisis holístico de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos litorales de seis lagos-cráter con un gradiente de salinidad.** Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. División de Estudios de Posgrado. UNAM. 106 pp.
- Alfaro, J. E. 2000. **Los fenómenos de El Niño y La Niña.** Escuela de Física y Centro de Investigaciones Geofísicas. Universidad de Costa Rica. 11 pp.
- Álvarez, T. y De Lachica, F. 1974. **Zoogeografía de los Vertebrados de México.** En: El Escenario Geográfico. Recursos Naturales. SEP-INAH. México. 219-332 pp.
- APHA, AWWA y WPFC. 1980. **Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.** 17ª Edición. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España. 221 pp.
- Bibby, C. J., Burgess, D. N., Hill, A. D., 1992. **Birds Census Techniques.** Ed. Academic Press, Londres. 257 pp.
- Boullock, H., Mooney, A. y Medina, E. 1995. **Seasonally Dry Tropical Forest.** Cambridge University Press. Cambridge, England. 346 pp.
- Boulton, J. A. y Broca, M. A. 2000. **Australian Freshwater Ecology. Processes and Management.** Coperative Research Centre For Freshwater Ecology. 255 pp.
- Carreño, S. J. I. 2001. **Manual de Procedimientos para Atención, Prevención y Control de Botulismo Aviar en la Presa Centenario, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Naturales, UAQ. Pp. 13-27. 85 pp.
- CNA, Comisión Nacional del Agua, 1997. **Calibración de la Red Primaria de Monitoreo de la Calidad del Agua.** Red Nacional de Monitoreo. México. 222 pp.
- CNA, Comisión Nacional del Agua. 1999(a). **Informe Final de Actividades Realizadas para la Atención de la Emergencia Hidroecológica en la Laguna de Yuriria, Guanajuato.** México. Pp. 1-6. 60 p.
- CNA, Comisión Nacional del Agua, 1999(b). **Prontuario de Acciones para la Atención de Mortandad de Aves Provocada por el Botulismo.** México. 20 p.

- CNA, Comisión Nacional del Agua, 1999(c). **Manual de Atención de Emergencias Hidroecológicas Relacionadas con Aguas Nacionales Continentales**. México. 247 pp.
- CNA, Comisión Nacional del Agua, 2002. **Evaluación Ambiental Realizada a los Embalses Relacionados con Botulismo Aviar en el Estado de Guanajuato**. México. 36 pp.
- Contreras, E. F. 1994. **Manual de técnicas hidrobiológicas**. Ed. Trillas. 149 pp.
- Cruz, M. A., y Maldonado, G. C. I. 1986. **Contribución al Conocimiento de la Avifauna de los Alrededores de la Laguna de Yuriria, del Bajío del Estado de Guanajuato, México**. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. Pp. 8-17. 87 p.
- Delincé, G. 1992. **The ecology of the pond system**. UIT Special Referente to Africa. Kluwer Academia Publishers. 230 pp.
- Duck unlimited, 1995. **Informe censal sobre anátidos en Estados Unidos y Canadá**. 22pp.
- Dumac, 1999. **Plan de conservación continental de Ducks Unlimited**. 31 pp.
- Flores-Villela, O. y Gerez, F. P. 1994. **Biodiversidad y Conservación en México: Vertebrados, Vegetación y Usos de Suelo**. 2ª ed., UNAM, CONABIO, México. 76 pp.
- García, E. 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana)**. E. García. México. 217 pp.
- Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2000 **Diagnostico Físico, Biológico y Socioeconómico. Lago-Cráter "La Joya"**. 99pp.
- Gobierno del Estado de Guanajuato y Ayuntamiento de Yuriria, 2002. **Programa de Manejo. Área Natural Protegida con Categoría de Parque Ecológico "Lago-Cráter La Joya"**. 124p.
- Gooders, J. y Boyer, T. 1986. **Ducks of North America**. Ed. Facts on File. New York. 176 pp.
- Harrison, G. J. 1986. **Clinical Avian Medicine and Surgery**. W. B. Sanders, U. S. A. 443 pp.
- Howell, S. N. y Webb, S., 1995. **A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central American**. Ed. Oxford University Press, Nueva York. 851pp.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983. **Carta Edafológica**. Hoja Moroleón, Esc. 1:50,000

- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1986 (a). **Carta Geológica**. Hoja Moroleón, Esc. 1:50,000
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1986 (b). **Carta de Uso de Suelo y Vegetación**. Hoja Moroleón, Esc. 1:50,000
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1997 (a). **Cuaderno Estadístico Municipal de Yuriria, Estado de Guanajuato**. Gobierno del Estado y Ayuntamiento de Yuriria. 48 p.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1997 (b). **Carta Hidrológica de Aguas Superficiales**. Hoja Moroleón, Esc. 1:250,000
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1997 (c). **Carta Topográfica**. Hoja Moroleón, Esc. 1:50,000
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2001, **Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística**. (SIG)
- Instituto de Geografía, UNAM. 1989. **Carta de Climas de la República Mexicana**. Esc. 1:000 000., Atlas Nacional de México.
- Izaguirre, M., y Domínguez, C. 1979. **Geografía Moderna del Estado de Guanajuato**. Ed. Gobierno del Estado de Guanajuato. México. 230 p.
- Joklik, D. P. y Willet, H. P. 1994. **Microbiología**. Ed. Medica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 548 pp.
- Koskimies, P. y Väisänen, R. A., 1991. **Monitoring Bird Populations**. Ed. Zoological Museum, Finnish Museum of natural history, Finlandia. 144 pp.
- Leopold, A. S. 1997. **Fauna Silvestre de México, Aves y Mamíferos de Caza**. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México. 52 p.
- Lewis, W. M. 1983. **A revised classification of lakes based on mixing**. Can. J. Fhis. Aquat. Sci., 40: 1779- 1787.
- Loa, L. E. 1996. **Plan de Acción para el Establecimiento y Operación de un Sistema de Áreas Naturales Protegidas para el Estado de Guanajuato**. Gobierno del Estado de Guanajuato. 116 p.
- Locke, L. N., y Friend, M. 1989. **Avian Botulism: Geographic Expansion of a Historic Disease**. U.S. Fhis and Wildlife Service. National Wild life Healt Research Center. 6 pp.
- Louis, D., y Smith, P. D. 1980, **Botulismo. El Microorganismo, sus Toxinas, la Enfermedad**. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 214 pp.
- Lugo, H. J. 1989. **Diccionario Geomorfológico**. Instituto de Geografía, UNAM. 86 pp.

- Lugo, V. A. 2000. **Variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad planctónica del Lago de Alchichica, Puebla, con algunos aspectos de interacciones tróficas.** Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. División de Estudios de Posgrado. UNAM. 98 pp.
- Magaña, V. 1999. **Los impactos de El Niño en México.** UNAM, México. 229 pp.
- Mason, C. F. 1984. **Biología de la contaminación del agua dulce.** Ed. Alambra. Madrid, España. 289 pp.
- Margalef, R. 1976. **Biología de los embalses** , Investigación y Ciencia. 1: 50-62.
- Margalef, R. 1983. **Limnología.** Ed. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
- Murphy, P. G. y Lugo, A. E. 1986. **The Ecology of Tropical Dry Forest.** Annual Review of Ecology and Systematics, 17, 67-88 pp.
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-102-1987. **Calidad de agua-Detección y enumeración de organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva-Metodo de filtración de membrana.** 14 pp.
- Norma Oficial Mexicana NMX-AA-000-1999. **Aguas naturales epicontinentales, costeras y marinas – Muestreo.** 134 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. **Protección ambiental-Especies nativas de México flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.**80 pp
- Oliva, M. M. G. 2001. **Estudio de la variación vertical y temporal de las comunidades fitoplanctónicas durante el florecimiento de cianofíceas en el Lago Cráter Alchichica, Puebla.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. División de Estudios de Posgrado. UNAM. 133 pp.
- Owen, S. O. 1984. **Conservación de los Recursos Naturales.** Ed. Pax. México. 648 pp.
- Pennington, T. D. y Sarukán, J. 1998. **Árboles Tropicales de México,** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. FAO. 413 pp.
- Peterson, R. T. y Chalif, E. L., 1989. **Aves de México.** Ed. Diana, México. 473 pp.
- PROFEPA, Procuraduría Federal de protección al Ambiente, 1995. **Informe Ejecutivo del Comité Técnico Científico Convocado para el Estudio de la Mortandad de Aves Acuáticas Migratorias en la Presa de Silva, Guanajuato.** 11 pp.
- Ralph, C. J., Geupel G., Pyle, P., Martin T., Desaten, D. y Mila B., 1994. **Manual de Métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres.** Ed. United States Department of Agriculture, E.U.A. 45 pp.

- Ramírez, T. M. A., 2000. **Posibles Causas de Mortandad de Aves Acuáticas de la Presa de Silva, san Francisco del Rincón, Guanajuato.** Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 65 p.
- Ruttner, F. 1963. **Fundamentals of Limnology.** (Translat. D. G. Fryd and F. E. J. Fry.) Toronto, University of Toronto Press. 295 pp.
- Rzedowski, J. 1981. **Vegetación de México.** Ed. Limusa, México. 432 p.
- Rzedowski, J. y Calderón, R. G. 1987. **El Bosque Tropical Caducifolio de la Región Mexicana del Bajío.** Trace 12: 12-21.
- SEDUE, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1989. **Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua. CE-CCA-001/89,** Diario Oficial de la Federación 13 de Diciembre de 1989. 10 pp.
- SEMARNAP, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1995. **Mortandad de Aves Acuáticas en la Presa de Silva, Guanajuato.** Informe Técnico. México 167 p.
- Sterne, M., y Batty, I. 1978. **Clostridios Patógenos.** Ed. Acribia. Zaragoza, España. 168 pp.
- Stoker, H. S. y Seager, S. L. 1981. **Química Ambiental: Contaminación del aire y del agua.** Ed. Blume. Barcelona, España. 320 pp.
- U. S. Fish and Wildlife Service, 1987. **Field guide to wild life diseases.** 225 pp.
- U. S. Department of the Interior, 1999. **Field Manual of Wildlife Diseases, General Field Procedures and Diseases Of Birds.** U.S. Geological Survey. Biological Resources Division. National Wildlife Health Center. 312 pp.
- Villareal, Z. D. 1985. **Estrategias agrícolas tradicionales para el aprovechamiento del agua de lluvia durante el temporal. (El caso de Yuriria, Guanajuato, México).** Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 281 pp.
- Wetzel, R.G. 1981. **Limnology.** Saunders Filadelfia. 679 pp.
- Williams, W. D. 1981. **Inland salt lakes: An Introduction.** Hydrobiologia 81: 1-14.

12. ANEXOS

Anexo 1. Fotográfico.



Figura 1. Vista panorámica sur-norte de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.



Figura 2. Vista panorámica oeste-este de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.



Figura 3. Punto de muestreo San Pedro. Vegetación asociada, lirio acuático.



Figura 4. Punto de muestreo Puquichapio. Vegetación asociada, lirio acuático.



Figura 5. Punto de muestreo Tepetates. Vegetación asociada, cultivo agrícola.

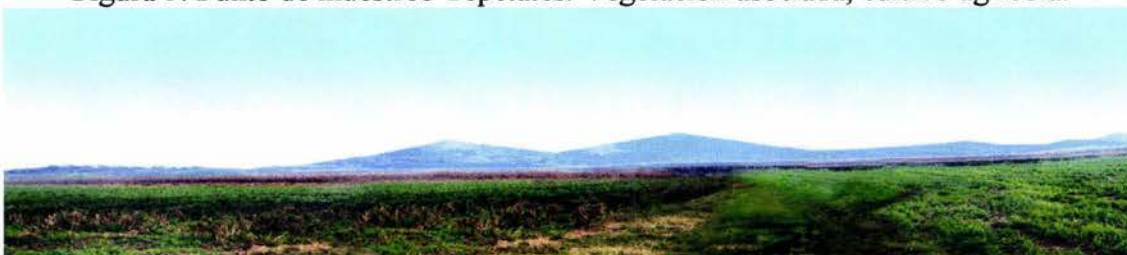


Figura 6. Punto de muestreo Cuadrilla. Vegetación asociada, cultivo agrícola.



Figura 7. Punto de muestreo Rancho Viejo. Vegetación, asociada tular.



Figura 8. Punto de muestreo Santiaguillo. Vegetación, asociada tular.



Figura 9. Punto de muestreo Cahuajeo. Vegetación asociada, pastizal.

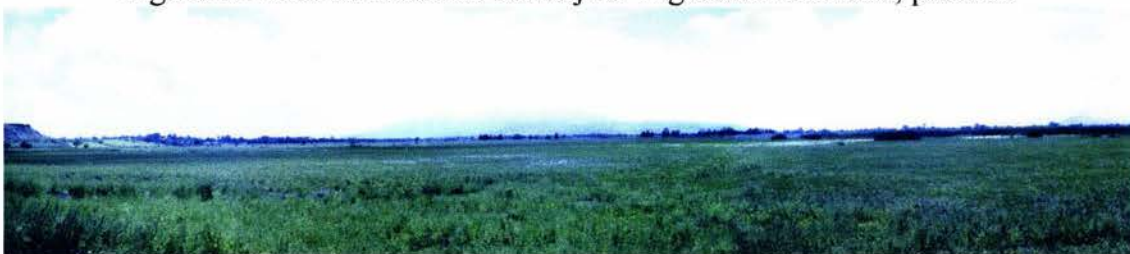


Figura 10. Punto de muestreo Granjeral. Vegetación asociada, pastizal.

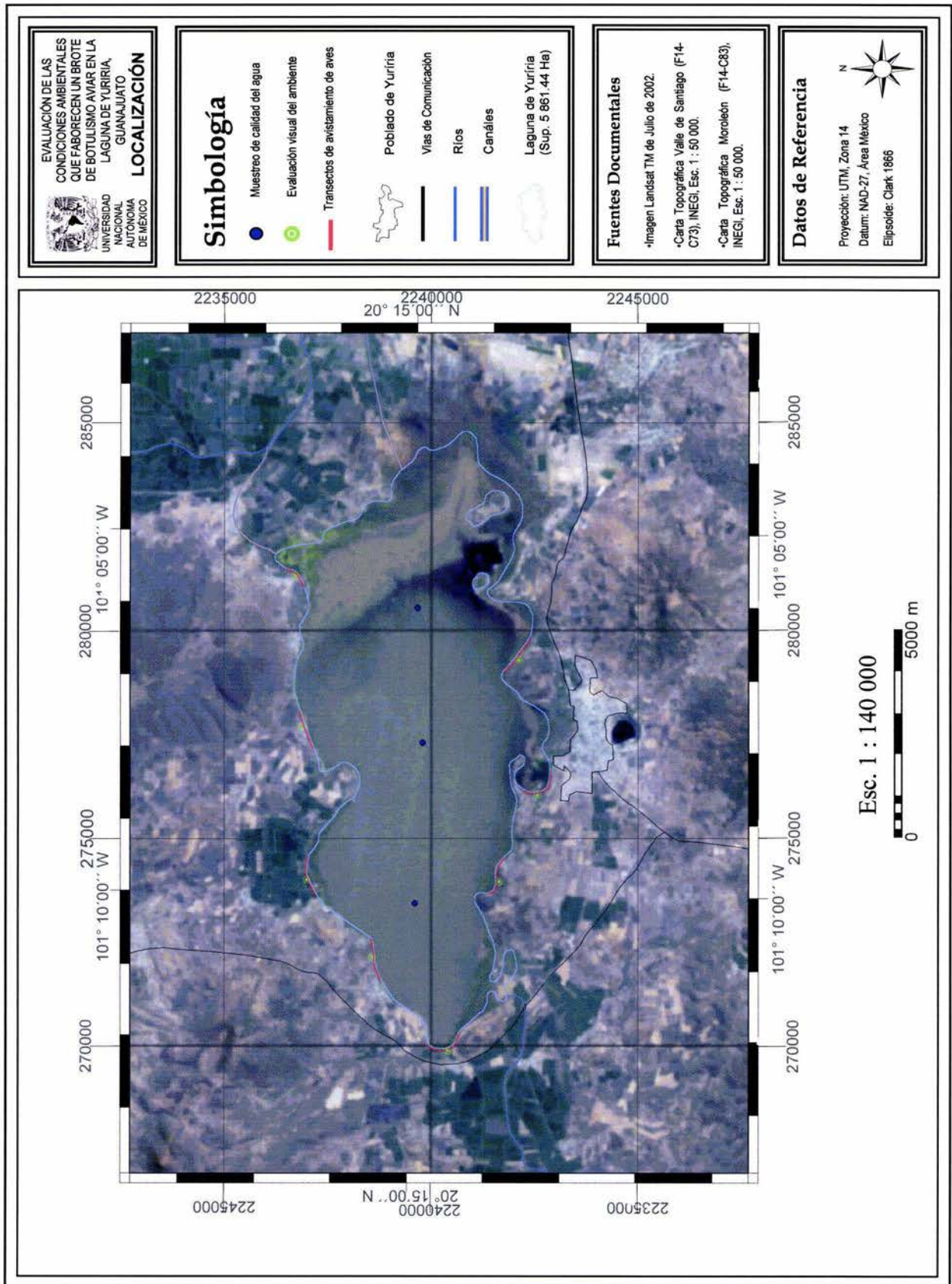


Figura 11. Cultivos temporales inundados.



Figura 12. Vegetación en descomposición en lecho de la laguna.

Anexo 2. Cartográfico.



Anexo 3. Cuento de aves por estación.

Tabla 1. Monitoreo del mes de mayo.

No.	ESPECIE*	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1	<i>Agelaius phoeniceus</i>					6				6
2	<i>Anas americana</i>					5				5
3	<i>Anas cyanoptera</i>			15						15
4	<i>Anas platyrhynchos</i>	1					8			9
5	<i>Ardea alba</i>	6	19	2	20	2	9	16		74
6	<i>Ardea herodias</i>						1			1
7	<i>Aythya affinis</i>	2								2
8	<i>Butorides striatus</i>			1		1			1	3
9	<i>Calidris pusilla</i>						1			1
10	<i>Carduelis psaltria</i>						6			6
11	<i>Charadrius semipalmatus</i>						3	1		4
12	<i>Charadrius vociferus</i>			10		3	2	2		17
13	<i>Columbina inca</i>							5		5
14	<i>Egretta tula</i>	5	15	6	21	3	46	9		105
15	<i>Fulica americana</i>	6	24	7	14	6	32		2	91
16	<i>Gallinula chloropus</i>	11		6	9		1	3		30
17	<i>Geothlypis nelsoni</i>			1						1
18	<i>Himantopus mexicanus</i>	35		7			1	35		78
19	<i>Hirundo rustica</i>	4			3	140		7		154
20	<i>Jacana spinosa</i>	13	1	11	4		3	5	3	40
21	<i>Notiochelidon pileata</i>			30						30
22	<i>Nyctanassa violacea</i>				1					1
23	<i>Nycticorax nycticorax</i>			1	1		2			4
24	<i>Pirocephalus rubinus</i>			1						1
25	<i>Plegadis chihi</i>	100	23	70	68	28	65	55	17	426
26	<i>Podilymbus podiceps</i>						2			2
27	<i>Quiscalus mexicanus</i>	20		1	15	18	9	9	5	77
28	<i>Recurvirostra americana</i>	5						1		6
	Total	208	82	169	156	212	191	148	28	1194

1= San Pedro, 2=Granjerál, 3=Pupichapio, 4=Rancho Viejo, 5=Cuadrilla, 6=Cahuajeo, 7=Tepeates, 8= Santiaguillo

Tabla 2. Monitoreo del mes de agosto.

No.	ESPECIE*	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1	<i>Anas acuta</i>	1								1
2	<i>Anas americana</i>	2								2
3	<i>Anas cyanoptera</i>					6				6
4	<i>Anas platyrhynchos</i>				1		4		1	6
5	<i>Ardea alba</i>	139	43	67	56	25	23	41	25	419
6	<i>Aythya affinis</i>	3								3
7	<i>Butorides striatus</i>			2						2
8	<i>Charadrius semipalmatus</i>							1		1
9	<i>Charadrius vociferus</i>			1		2	1	2		6
10	<i>Columbina inca</i>		3							3
11	<i>Egretta tula</i>	12	5	8	10	4	4	24	7	74
12	<i>Fulica americana</i>	5	11	13	10	13	15	5	10	82
13	<i>Gallinula chloropus</i>	35	8	39	35	26	21	18	4	186
14	<i>Himantopus mexicanus</i>			2				5		7
15	<i>Hirundo rustica</i>	67	11	63	86	58		48		333
16	<i>Jacana spinosa</i>	7		9	6	3	6	11	6	48
17	<i>Nyctanassa violacea</i>					1			1	2
18	<i>Nycticorax nycticorax</i>					1				1
19	<i>Plegadis chihi</i>			5	4	4	16	18		47
20	<i>Quiscalus mexicanus</i>	124	35	97	56	28	76	102	41	559
21	<i>Recurvirostra americana</i>			1				2		3
	Total	395	116	307	264	171	166	277	95	1791

1= San Pedro, 2=Granjerál, 3=Pupichapio, 4=Rancho Viejo, 5=Cuadrilla, 6=Cahuajeo, 7=Tepeates, 8= Santiaguillo

Tabla 3. Monitoreo del mes de noviembre.

No.	ESPECIE*	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1	<i>Agelaius phoeniceus</i>	400		540		500	12		1050	2502
2	<i>Anas platyrhynchos</i>					9	2			11
3	<i>Ardea alba</i>	10	65	9	12	4	9			109
4	<i>Ardea herodias</i>	2			2					6
5	<i>Aythya collaris</i>	1								1
6	<i>Botaurus lentiginosus</i>							1		1
7	<i>Bubulcus ibis</i>	27	11	118		100		72		328
8	<i>Charadrius melodus</i>					3		8		11
9	<i>Chatartes aura</i>			2						2
10	<i>Dendrocygna bicolor</i>	14								14
11	<i>Egretta caerulea</i>							1		1
12	<i>Egretta tula</i>	7	2	6		18	12		2	47
13	<i>Fulica americana</i>	108	5	134	53	160	83	175	29	747
14	<i>Gallinula chloropus</i>	21		4	9		36		8	78
15	<i>Himantopus mexicanus</i>	1				2				3
16	<i>Jacana spinosa</i>	14		2			26	20		62
17	<i>Larus atricilla</i>					3	2			5
18	<i>Larus delawarensis</i>					6				6
19	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	1	5							6
20	<i>Plegadis chihi</i>	8	3	12	11	10	3	14		61
21	<i>Podilymbus podiceps</i>	2								2
22	<i>Pyrocephalus rubinus</i>						1			1
23	<i>Quiscalus mexicanus</i>	83				25	27	16		151
24	<i>Sterna caspia</i>					5				5
25	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>					2500				2500
	Total	699	91	827	87	3345	213	309	1089	6660

Tabla 4. Monitoreo del mes de febrero.

No.	ESPECIE*	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1	<i>Agelaius phoeniceus</i>	3000								3000
2	<i>Anas acuta</i>		30			42	2	10	22	106
3	<i>Anas clypeata</i>			6						6
4	<i>Anas cyanoptera</i>			2						2
5	<i>Anas discors</i>			42			263	87	216	608
6	<i>Anas platyrhynchos</i>		14	4		2		2	4	26
7	<i>Ardea alba</i>	226	28	120	32	6	6	21	42	481
8	<i>Ardea herodias</i>			46	4	2	1	6		59
9	<i>Aythya affinis</i>			4			4	2		10
10	<i>Botaurus lentiginosus</i>								1	1
11	<i>Bubulcus ibis</i>			230		39	18	25		312
12	<i>Charadrius semipalmatus</i>			11		21				32
13	<i>Charadrius vociferus</i>			5		6		9		20
14	<i>Dendrocygna bicolor</i>	1022	77	175			26	15	22	1337
15	<i>Egretta tula</i>	603	4	74	20		2	4	147	854
16	<i>Fulica americana</i>	609	6	51	16	37	62	211	47	1039
17	<i>Gallinula chloropus</i>	164	15	7	4		23	4	79	296
18	<i>Himantopus mexicanus</i>			25						25
19	<i>Jacana spinosa</i>	94	2	43	7		26	14	27	213
20	<i>Larus argentatus</i>				6	5			20	31
21	<i>Larus atricilla</i>	12				3				15
22	<i>Larus delawarensis</i>	22		9	2	5			10	48
23	<i>Nyctanassa violacea</i>						2			2
24	<i>Nycticorax nycticorax</i>						2			2
25	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	243		22	22	16		35	54	392
26	<i>Plegadis chihi</i>	48	21	75	8	27	41	12	23	255
27	<i>Podilymbus podiceps</i>	26		4					22	52
28	<i>Quiscalus mexicanus</i>	116		46	46		30	17	92	347
29	<i>Recurvirostra americana</i>			2						2
30	<i>Sterna caspia</i>					4			6	10
31	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>					1126				1126
	Total	6185	197	1003	167	215	508	474	834	9583

1= San pedro, 2=Granjeria, 3=Puquichapio, 4=Rancho Viejo, 5=Cuadrilla, 6=Cahuaje, 7=Tepeates, 8= Santiagoillo

Anexo 5. Formato para la evaluación visual del ambiente.

EVALUACIÓN VISUAL DEL AMBIENTE

Cuerpo de agua _____ Fecha _____ Hora _____

Nombre de la estación _____ No. _____

SIGNOS DE CONTAMINACIÓN (30)

- (4) Agua: Ninguno Agua residual Aceite Dcho Sól Deterg
- (2) Márgenes Ninguno Aceite Basura Lixiviado Otros _____
- (5) Formación de burbujas por el sedimento Sí No
- (4) Condiciones de reducción Sí No
- (2) Medidas de protección al río Ninguna Parcial Total
- (2) Turbiedad Ninguna Poca Media Alta
- (4) Color Negro Gris oscuro Gris Ver-osc Ver-claro
- Rojizo Café Ausente Otro _____
- (3) Olor Ausente Químico - + H₂S - + Otro _____
- (5) Sedimento negro Superficial En el fondo Ninguno
- Subtotal** _____

SUSTRATO (5)

- Raro <25% Intermedio 25-60% Dominante >70%
- Grandes rocas Cantos rodados Arcilla
- Rocas pequeñas Grava Limo
- Subtotal** _____

VEGETACIÓN (25)

- Plantas emergentes Plantas marginales Plantas sumergidas
- Plantas suspendidas Algas filamentosas
- Subtotal** _____

FAUNA (25)

- Peces Gusanos Pulga de agua
- Insectos Larvas Otros _____
- Raro <25% Intermedio 25-50% Dominante >60%
- Subtotal** _____

ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE INFLUYEN EN ESTE PUNTO (15)

- Urbana Agrícola y Pecuaria Minera Rural
- Industrial Ninguna
- Subtotal** _____

CALIFICACIÓN	CONDICIÓN
100-75 puntos	ambiente no contaminado
75-50 puntos	ambiente en vías de contaminación
50-25 puntos	ambiente evidentemente contaminado
25-0 puntos	ambiente altamente contaminado

TOTAL

Anexo 6. Formato caracterización de la estación

Fecha: _____	Hora: _____	Estado: _____
Estación: _____	Nombre del cuerpo de Agua: _____	
Elaboró: _____	Gerencia: _____	

IMPORTANTE: antes de iniciar el llenado de este formato leer cada una de las preguntas y definiciones cuidadosamente.

Este formato consta de 10 páginas

A. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

1. Marcar con una x el tipo de cuerpo de agua:

Arroyo _____	Embalse _____	Río _____	Dren _____	Canal _____
-----------------	------------------	-----------	------------	----------------

2. Especificar las coordenadas con precisión de décimos de minuto (se utilizará el procedimiento GPS)

Latitud : _____ Longitud : _____

3. Indicar brevemente los caminos de acceso a la estación:

4. Indicar el nombre completo de la localidad más cercana al sitio, en caso de que exista más de una, mencionarlas también: _____

5. Indicar que medio se utilizará para realizar los muestreos:

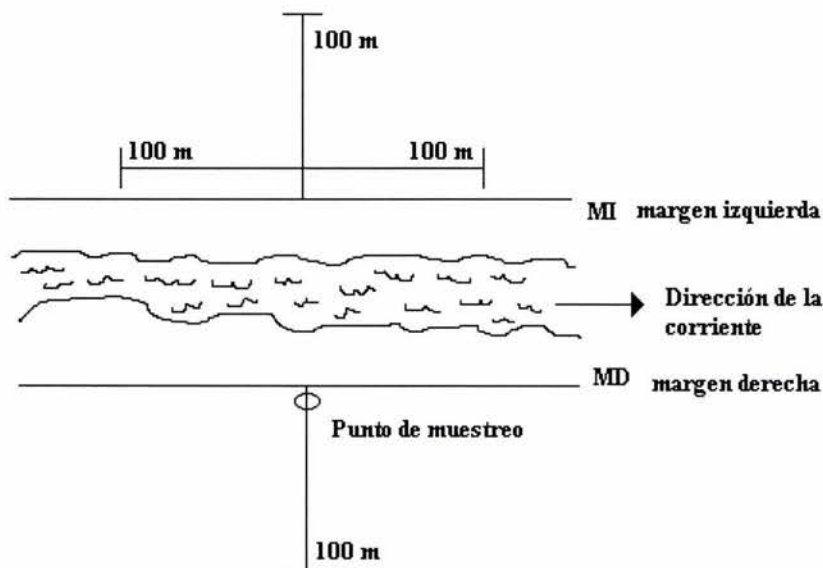
Puente _____	Directo _____	Bote _____	Márgenes _____
--------------	---------------	------------	----------------

6. Indicar el(los) nombre(s) de la(s) persona(s) clave de la zona que se haya contactado durante la calibración de la estación. Incluir su forma de localización (dirección y teléfonos):

B. CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT

Para realizar la descripción del hábitat es necesario delimitar el área que se va a caracterizar. Esta abarcará 100 metros corriente arriba del punto de muestreo y 100 metros corriente abajo del punto de muestreo y en lo subsecuente se nombrará como “zona a caracterizar” (ver figura 1). En el caso de un embalse se abarcaran 100 metros a la derecha y 100 metros a la izquierda del sitio a caracterizar.

FIGURA 1



Por lo tanto será necesario hacer el recorrido de esta zona para poder hacer las observaciones del hábitat. Si esto no es posible, entonces la zona a caracterizar será hasta los puntos donde se pueda acceder u observar, o bien hasta el punto en donde exista una confluencia. Solamente para la descripción de la pendiente (punto 10) se considerarán adicionalmente 100 metros de manera transversal a cada lado de la corriente a partir del margen de esta, entendiéndose el margen como la altura promedio máxima del río en época de creciente (ver figura 1). Por conveniencia, se entenderán como márgenes izquierda y derecha las que corresponden a cada lado cuando el muestreador cuando este vea hacia aguas abajo (ver figura 1).

7. Indicar los valores de las variables ambientales del lugar en el momento del muestreo así como la forma en que fueron obtenidas estas cifras (termómetro de mercurio, de alcohol, por estimación, etc.) :

Temperatura ambiente (°C) *	Humedad relativa (%) **	Presión barométrica (mmHg) ***
_____	_____	_____

Nota: Con base en estos tres parámetros es posible conocer de manera concisa las condiciones ambientales.

*La temperatura indica el clima predominante en el momento de la calibración.

**El contenido de vapor de agua en el aire se denomina humedad, y se habla de humedad relativa cuando se expresa el mayor porcentaje posible de humedad a una temperatura y presión determinadas, varía desde 100% en la niebla hasta el 10% o menos en los desiertos durante el día.

***Las zonas de bajas presiones están asociadas a la formación de nubes y lluvias mientras que las altas presiones están relacionadas con cielos despejados.

En caso de que no se disponga del equipo de medición necesario, de manera alternativa indicar cualitativamente las condiciones medioambientales que apliquen (pueden ser más de una) en el momento del muestreo:

Frío	Caluroso	Soleado	Nublado o lluvioso	Húmedo	Seco
_____	_____	_____	_____	_____	_____

8. Indicar si las márgenes del cuerpo de agua de la zona a caracterizar están cubiertas por plantas, considerando que una zona totalmente cubierta es aquella en la que la vegetación es tan densa que restringe la visión a unos metros y a veces no permite el paso.

MI	MD
Totalmente cubierta _____	Totalmente cubierta _____
Parcialmente cubierta _____	Parcialmente cubierta _____
Descubierta _____	Descubierta _____

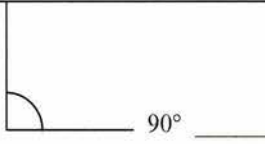
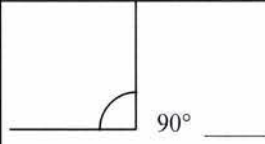
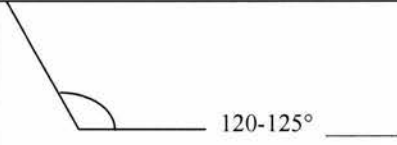
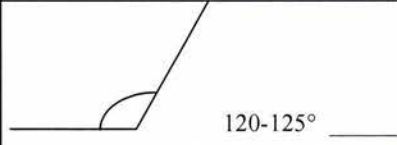
9. Indicar cual es el estrato dominante de la vegetación en la zona a caracterizar (entendiéndose vegetación como el grupo de plantas más evidentes en esta zona), así como la altura máxima aproximada de este estrato:

MI	MD
----	----

Pastos, herbáceas _____ m	Pastos, herbáceas _____ m
Arbustos _____ m	Arbustos _____ m
Árboles _____ m	Árboles _____ m

Nota: Para diferenciar estos tres tipos de hábitos vegetales se puede hacer un corte con una navaja de campo sobre el tallo de la planta. Los pastos y herbáceas se van a distinguir porque solo poseen tejido blando y son fáciles de cortar. También es posible distinguirlos porque cuando se secan pierden mucho de su volumen y firmeza. Los arbustos poseen crecimiento secundario, o leño, por lo cual son más difíciles de cortar ya que tienen este tejido duro en el centro y periferia del tallo, cuando están secos estos se pueden romper de manera característica. Los árboles también poseen leño pero se van a diferenciar de los arbustos por la presencia de un tronco.

10. Señalar la pendiente predominante de la zona a caracterizar. Recordar que se trata de 100 metros de manera longitudinal y 100 metros de manera transversal los que se consideran de cada lado.

M I	M D
 90° _____	 90° _____
 120-125° _____	 120-125° _____
Sin pendiente _____	Sin pendiente _____

Nota: El valor de la pendiente de las márgenes en el sitio de muestro es una característica importante debido a que nos indica si el cuerpo de agua se encuentra dentro de un cañón (90°) o bien en una planicie (sin pendiente). Esta información es relevante porque está relacionada con los escurrimientos y por ende con las posibilidades de desbordamiento de la corriente.

11. Marcar con una x el tipo de substrato más evidente en el sitio de muestreo:

Rocas	Cantos rodados	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Lodo
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Nota: Estos tipos de sustrato se diferencian en cuanto al tamaño del grano de las partículas que lo conforman basándose en la siguiente tabla.

rocas	cantos rodados	grava	arena	limo	arcilla
256 mm	8 mm	2 mm	1/16 mm	menores al tamaño de la arena	

El lodo es una combinación de limo y arcilla en diferentes proporciones. Para poder diferenciar entre estas categorías es necesario contar con tamices que nos permitan hacer una separación, de no ser posible esto, se procederá a analizar en gabinete y sobre cartas litológicas la composición del suelo en donde estará ubicado. Otra opción práctica para realizar esta diferenciación es utilizar una regla graduada en milímetros, con esta podemos diferenciar claramente entre rocas, cantos rodados y grava. La arena la podemos diferenciar con el tacto ya que posee una textura granulosa, el sedimento de menor tamaño al de arena y con una textura suave lo podemos clasificar como limo o arcilla.

12. Indicar la fauna que se observa o se presume se encuentra en los alrededores del cuerpo de agua por indicios de su presencia (e.g. huellas). Tomar en consideración si las actividades de estos animales se encuentran relacionadas con el cuerpo de agua (e.g., ganado dentro del cuerpo de agua):

Ganado (vacuno, ovino, porcino, etc.) _____	Animales domésticos (gatos, perros) _____
Animales nocivos (ratas, ratones) _____	No se observa _____
Otros _____	

13. Observaciones extra. Este espacio es para hacer cualquier anotación con respecto a aspectos muy particulares del hábitat de la zona a caracterizar que no se haya contemplado en las preguntas anteriores.

C. CARÁCTERÍSTICAS DEL CUERPO DE AGUA

14. Indicar las medidas aproximadas del espejo de agua, en el momento de la calibración:

Ancho promedio _____ m	Tirante promedio _____ m
------------------------	--------------------------

15. En el momento de la calibración, y en un tramo de 100 metros considerando aguas arriba y 100 aguas abajo de la corriente, señalar la condición predominante:

Anegada _____	Lenta _____
Rápidos Clase 1 _____	Rápidos Clase 2 _____
Rápidos Clase 3 _____	

Definiciones:

Anegada: aguas estancadas.

Lenta: corriente con poco movimiento de agua.

Rápidos Clase 1: olas pequeñas y regulares.

Rápidos Clase 2: olas numerosas, altas e irregulares, rocas expuestas, remolinos presentes.

Rápidos Clase 3: el canal del río esta extremadamente obstruido, caídas pronunciadas, corriente violenta y rápida, esquinas abruptas.

16. Para determinar si existe la posibilidad de desbordamiento, indicar lo que se alcanza a apreciar:

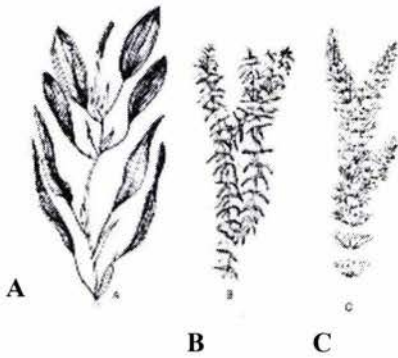
- Manchas o marcas del nivel máximo del agua sobre rocas o estructuras como puentes. NO ____ SI ____ . Altura aproximada en m _____
- Presencia de basura o restos de plantas arrastradas por la corriente y atoradas de manera característica sobre troncos, piedras, raíces, de las márgenes del río. NO ____ SI ____ .
- Si en las márgenes se presenta vegetación, verificar si existen tramos en donde no se aprecie vegetación lo que indicará que la corriente arrasó con ella. NO ____ SI ____ .
- Presencia de vegetación por cuya posición inclinada se aprecie que pudo haber sido arrastrada por el agua. NO ____ SI ____ .

17. Indicar el tipo de vegetación presente en la corriente. Únicamente en el caso de plantas flotantes si se trata de lirio acuático indicar un porcentaje de cobertura del espejo de agua.

M I	M D
Plantas sumergidas _____	Plantas sumergidas _____

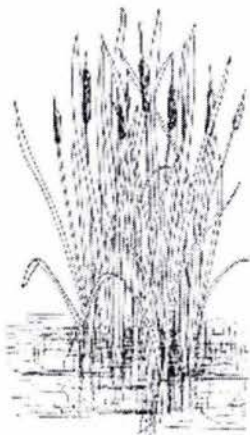
M I	M D
Plantas emergentes _____	Plantas emergentes _____
Plantas marginales _____	Plantas marginales _____
Plantas flotantes _____ Lirio acuático _____ %	Plantas flotantes _____ Lirio acuático _____ %
Algas filamentosas _____	Algas filamentosas _____

Definiciones:

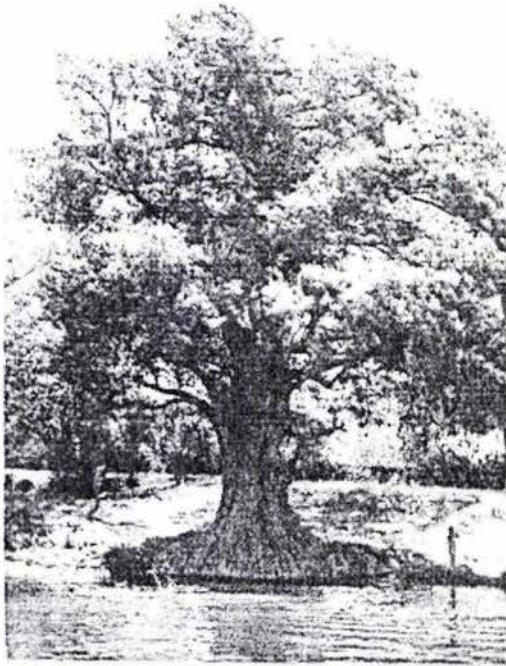


Plantas sumergidas: Plantas vasculares cuya gran parte de su follaje se encuentra por debajo de la superficie del agua, pueden o no pueden tener raíces. Tres plantas sumergidas que comúnmente se pueden encontrar son A) Potamogeton sp., B) Elodea sp. y C) Ceratophyllum sp.

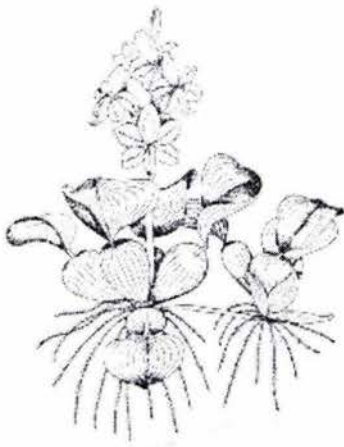
Estas plantas podrían confundirse con las algas filamentosas, pero pueden distinguirse de ellas por su textura: estas plantas poseen tallo y son de consistencia más firme, en cambio las algas filamentosas carecen de tallo, tienen una textura laxa y se deshacen al presionarlas ligeramente.



Plantas emergentes: Son aquellas plantas vasculares que tienen su principal follaje en el aire por encima de la superficie del agua y se encuentran con raíces adheridas al lodo del fondo de la corriente. Un ejemplo de estas es Typha sp., monocotiledónea de 1 a 3 m de alto que conforma los tulares-carrizales.



Plantas marginales: Son aquellas plantas vasculares que tienen sus raíces en los bordes de la corriente. Un ejemplo de éstas es el ahuehuate que es un árbol que comúnmente se encuentra asociado a zonas riparias. De manera similar a este árbol, existen otros que son característicos de las zonas riparias y estos arboles permanecen verdes todo el año.



Plantas flotantes: Son aquellas plantas vasculares sin raíces adheridas al sustrato que se encuentran sobre la superficie del agua. El ejemplo más claro de este tipo de plantas es el lirio acuático, Eichhornia sp



Algas filamentosas: Estas se reconocen por ser hebras o fibras verdosas o cafés adheridas a algún sustrato. Comúnmente se le identifica como “lama”. Una característica muy distintiva es la carencia de un tallo y su estructura que asemeja fibras parecidas a las del algodón, suaves, laxas y que fácilmente se deshacen al contacto. Si se deseara determinar la especie de que se trata se requiere de observaciones al microscopio.

18. Seleccionar las opciones de fauna que se presenten en la corriente:

Peces _____	Aves acuáticas _____	Larvas _____
Insectos _____	Otras _____	

19. Observaciones extra. Este espacio es para hacer cualquier anotación con respecto a aspectos muy particulares del hábitat del cuerpo de agua que no se haya contemplado en las preguntas anteriores.

D. ALTERACIONES DEL CUERPO DE AGUA (SIGNOS DE CONTAMINACIÓN)

20. Agua. Seleccionar todos los signos de contaminación que apliquen:

Espuma _____	Agua residual _____
Aceites y Grasas combustibles _____	Desechos sólidos (basura) _____
Ningún contaminante _____	Otro _____

21. ¿Se percibe mal olor?

NO _____

SI _____. Defina o describa dicho olor (ácido sulfhídrico, aguas residuales, etc.)

_____.

22. Seleccionar el color que presenta el cuerpo de agua que represente un signo de contaminación:

Negro _____	Verde oscuro _____	Gris _____
Café _____	Otro (especificar de cuál se trata) _____	Sin color _____

23. Formación de burbujas por el sedimento en el cuerpo de agua:

Sí _____	No _____
----------	----------

Nota: La presencia de burbujas que se desprenden del sedimento es un indicador importante ya que indica la presencia de materia orgánica en descomposición en este sedimento.

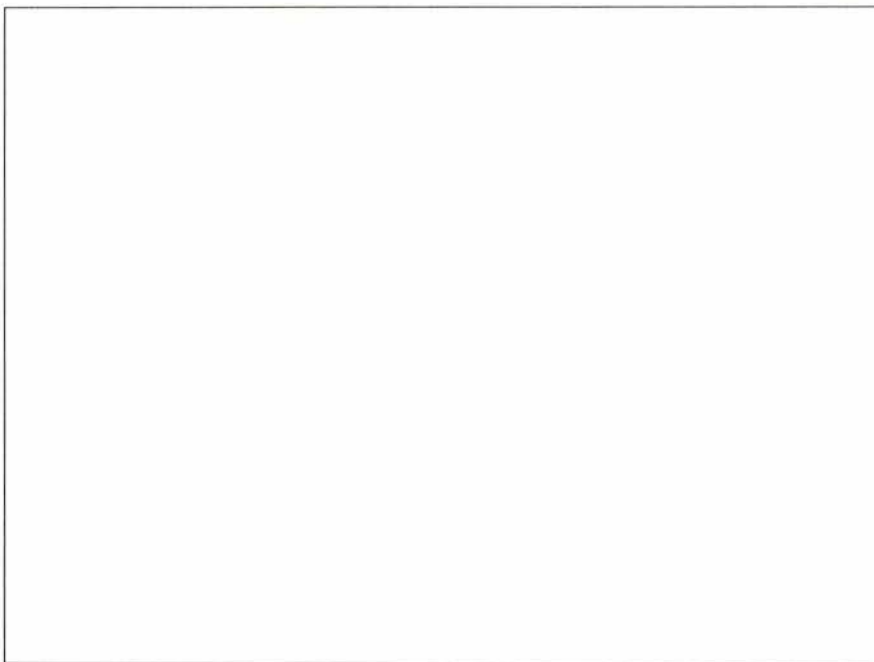
24. Observaciones extra. Este espacio es para hacer cualquier anotación con respecto a aspectos muy particulares de las alteraciones del cuerpo de agua que no se haya contemplado en las preguntas anteriores.

D.1 RELACION DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS CON EL CUERPO DE AGUA

25. Comentar y describir brevemente las actividades humanas relacionadas con el cuerpo de agua en las cercanías del sitio de monitoreo.

E. REALIZACIÓN DEL CROQUIS.

Levantar a mano un croquis del acceso al sitio, tomando en cuenta que el sitio de muestro deberá localizarse lo más centrado posible en el área representada en el croquis. Indicar referencias para localizar fácilmente el sitio, indicar puntos cardinales, indicar el camino de acceso al lugar. Para realizar el croquis se deberá considerar 30 metros tierra adentro de cada margen y 100 metros a lo largo de cada margen, independientemente del ancho del cauce. (Nota: estas dimensiones no son rigurosas, las dimensiones del croquis pueden estar dadas, de acuerdo al alcance visual del observador).



F. TOMA DE FOTOGRAFÍAS

- Se deberán tomar como mínimo cuatro fotografías en las que deberá estar contemplado el sitio de muestreo y sus alrededores, así como puntos de referencias (torre de luz, árboles evidentes).
- Fotografía panorámica del sitio.
- No es recomendable tomar fotografías desde el bote ya que debido al movimiento éstas pueden salir mal enfocadas.
- Se recomienda que el fotógrafo se ubique en un lugar seguro (alejado de la orilla de la corriente, no pararse sobre piedras sueltas o lodo) para evitar cualquier percance.
- Las fotos se deberán tomar con luz y no de frente al sol.
- Se deberá tener al menos una foto en que aparezcan la márgenes.