

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO**

---

---

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL  
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**Título:**

Apoyo al proyecto sobre el análisis del microbioma en heces y piel de juveniles de *Ambystoma mexicanum* cultivados con agua del canal de Xochimilco y con agua potable.

**QUE PRESENTA:**

**Oscar Torres Estrada**

**Matrícula**

2202028584

**ASESOR**

Dra. María del Carmen Monroy Dosta - UAM-X

Núm. económico 28906

## Resumen

El ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) es una especie de anfibio endémica de los canales del lago de Xochimilco. Actualmente, esta especie se encuentra en peligro de extinción debido a factores como la introducción de especies depredadoras, la contaminación y la reducción de su hábitat. De acuerdo con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010, *A. mexicanum* está catalogada como una “especie en peligro de extinción (P)”. El presente trabajo se vincula con el objetivo general del proyecto doctoral de investigación aprobado por el Consejo Divisional de CBS de esta unidad, el cual lleva como título: "Análisis del microbioma en heces y piel de juveniles de *Ambystoma mexicanum* cultivados con agua del canal de Xochimilco y con agua potable". Por lo cual, el servicio social contribuyó al mantenimiento de estos organismos que continuamente se utilizan para investigación en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC). Se utilizaron 23 juveniles de *A. mexicanum*, divididos en dos tratamientos experimentales con agua potable y agua del canal, para evaluar el impacto en su microbiota. Las actividades incluyeron el registro de parámetros fisicoquímicos del agua, como temperatura, pH y oxígeno disuelto, así como la concentración de nitrito, nitrato y nitrógeno amoniacal total. Además, se realizó la alimentación de los organismos con *Tubifex sp.* y se observó su salud y comportamiento. Por último, en el Laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, se realizó el estudio de microbioma, como el análisis de muestras de la microbioma de la piel (mucus) y heces mediante el cultivo, resiembra, tinción de Gram e identificación por metodología API®. Este análisis es crucial para entender cómo diferentes fuentes de agua afectan la salud y el desarrollo de los ajolotes, proporcionando información valiosa para su conservación y manejo en cautiverio.

**Palabras clave:** *Ambystoma mexicanum*, microbiota, canal de Xochimilco, CIBAC, parámetros fisicoquímicos del agua.

## Índice

Introducción .....	3
Ubicación geográfica donde se realizó el servicio social .....	5
Marco Institucional .....	6
Objetivo general .....	7
Descripción específica de las actividades desarrolladas .....	7
Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios .....	28
Referencias bibliográficas .....	29
Vo. Bo. de los asesores.....	31

## Introducción

El ajolote *Ambystoma mexicanum* comprende 32 especies distribuidas desde el sur de Canadá hasta el centro de México (Huacuz, 2001). Entre las 17 especies mexicanas, la más estudiada es *A. mexicanum*, considerada una especie bandera de la diversidad en la zona centro de México (Tobón *et al.*, 2021). Actualmente, esta especie se encuentra en peligro crítico de extinción, debido al cambio climático y la introducción de especies a su hábitat (NOM-059-ECOL, 2010). Otro factor son las actividades antrópicas, como el deterioro del hábitat que está relacionado con los cambios en el manejo tradicional de las chinampas, el uso de agroquímicos, maquinaria, invernaderos y la urbanización no regulada. Además, la extracción de agua subterránea, las descargas de agua residual han alterado el régimen hidrológico, la calidad del agua, del suelo y generando un aumento de sustancias tóxicas (Zambrano *et al.*, 2013).

Ante estas problemáticas, en los últimos años se han orientado esfuerzos hacia el cultivo y reproducción en cautiverio del ajolote de Xochimilco (*A. mexicanum*) para conservar la especie. Una medida ha sido mantenerlos durante todo su ciclo de vida en cautiverio, como el proyecto “Conservación del ajolote (*Ambystoma mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco” desarrollado por el Patronato del Parque Ecológico de Xochimilco. Es ésta la única región prioritaria que queda para su conservación en estado silvestre. Además, en un intento de evitar su extinción, La Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco mediante su Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco, y productores locales, están llevando al cabo

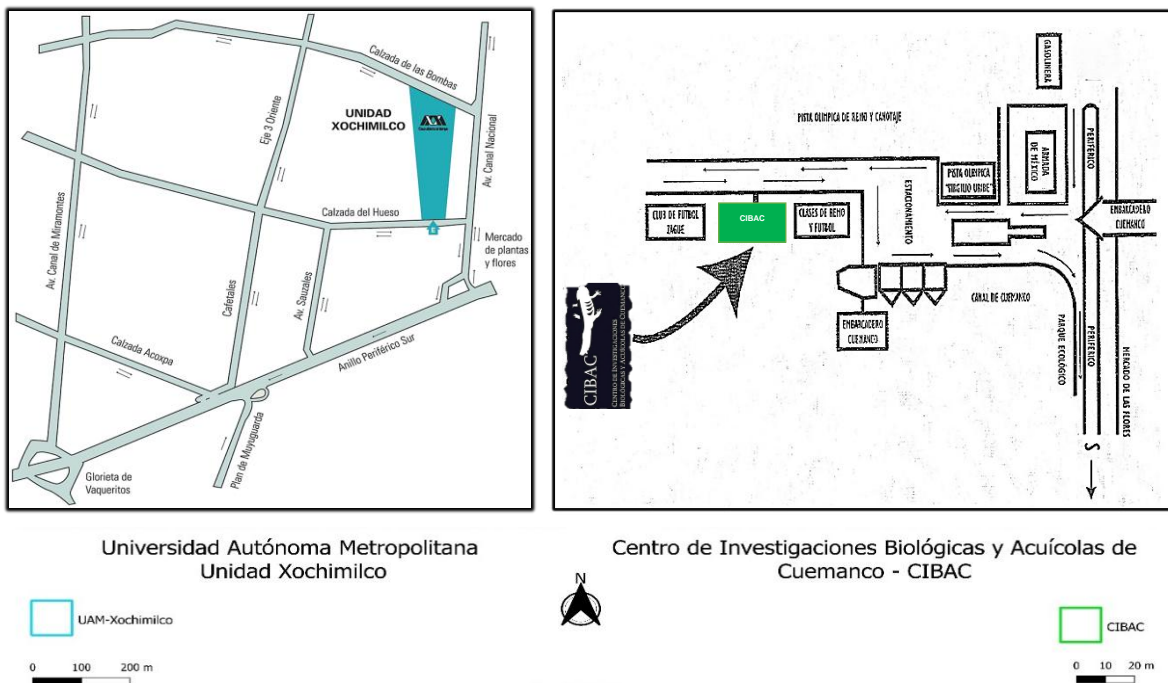
el cultivo de esta especie con fines de repoblamiento y de apoyar a los grupos ejidales a desarrollar cultivos de esta especie (SEMARNAT, 2018).

Sin embargo, existen muchos aspectos básicos que han sido poco estudiados y que son fundamentales para asegurar la supervivencia del ajolote, como el microbioma intestinal de la piel, intestino y del agua donde se desarrollan (Hird, 2017). La microbiota intestinal juega un papel crucial en la protección contra patógenos, la asimilación de nutrientes y la activación del sistema inmune, influenciada por los microorganismos del entorno debido al flujo de agua a través de la piel y el tracto digestivo (Warne *et al.*, 2017).

Es esencial llevar a cabo un monitoreo y una gestión activa de la calidad del agua para mitigar los efectos adversos en la producción y conservación del *A. mexicanum*. Estas actividades no solo aseguran condiciones óptimas para el crecimiento y la salud, sino que también contribuyen a la sostenibilidad a largo plazo, minimizando los riesgos asociados con la fluctuación de la calidad del agua. El desarrollar investigaciones encaminadas a la conservación de *A. mexicanum* en cautiverio es prioritario, por lo cual, las instituciones de investigación y las universidades públicas representan un sector importante en la generación del conocimiento. Además, la participación de los estudiante y egresados de la Licenciatura en Biología es crucial para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica, adquirir nuevas herramientas y habilidades para apoyar las investigaciones científicas en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC). Es por ello por lo que el objetivo de este proyecto es apoyar en las actividades de mantenimiento, monitoreo de los organismos y en la colecta de muestras por tratamiento en el CIBAC y el estudio de la microbioma de la piel (mucus) e intestino (heces) en el Laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

## Ubicación geográfica donde se realizó el servicio social

Las actividades del servicio social se realizaron en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) localizado Antigua Canal Cuemanco 3, Pista Olímpica Virgilio Uribe, Xochimilco, 16034 Ciudad de México, CDMX. Y en el laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco localizada en Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México, CDMX (Figura 1).



**Figura 1.** Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. y Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC)

## Marco institucional

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) es una institución educativa que se dedica a tres tareas fundamentales: la docencia, la investigación y la difusión y preservación de la cultura, incluyendo la divulgación de la ciencia. Como institución pública, tiene la obligación de compartir el conocimiento generado en sus aulas, laboratorios y trabajos de campo, y de participar en la solución de problemas que afectan a la humanidad y al medio ambiente. La divulgación de la ciencia es crucial, ya que actúa como un puente entre la sociedad y la comunidad académica. Desde su fundación en 1974, la UAM ha tenido la misión de preservar y difundir la cultura, además de la docencia y la investigación, según lo establecido en su Ley Orgánica. Esta misión incluye la difusión de conocimientos y actividades no especializadas para apoyar la educación y extender las funciones académicas hacia el contexto social. La Rectoría General y las coordinaciones de Extensión Universitaria de las unidades de la UAM han asumido esta misión, centrando sus esfuerzos en el desarrollo de la función científica y cultural.

La Licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco, creada en 1974, se diseñó para responder a las necesidades emergentes de la profesión, como el manejo de recursos naturales renovables. El plan de estudios, aprobado en 1978 y actualizado en 2000, tiene como objetivo formar profesionales creativos y críticos capaces de desarrollar y evaluar estrategias de manejo de recursos naturales desde una perspectiva multidisciplinaria. La planeación en la UAM es un proceso integral que orienta las actividades académicas y asegura un desarrollo institucional sostenido. La Ley Orgánica y los reglamentos de planeación, presupuesto y transparencia de la información universitaria son los marcos que guían este proceso. La planificación institucional se enfoca en la transferencia de conocimientos, la innovación tecnológica y la preservación de la cultura, integrando a los alumnos como participantes activos en la solución de problemas sociales y ecológicos.

El Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) es un proyecto de la Rectoría de la Unidad Xochimilco de la UAM. Este centro, ubicado en un área natural protegida, se dedica a estudiar y resolver problemas de la zona lacustre de Xochimilco. Investigadores y alumnos de diversas disciplinas participan en este proyecto, enfocándose en la conservación y aprovechamiento sustentable de especies nativas y endémicas, como el ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*).

## Objetivo general

El servicio social se vincula con el objetivo general del proyecto de investigación aprobado por Consejo Divisional de CBS de esta unidad, el cual lleva como título: Análisis del microbioma en heces y piel de juveniles de *Ambystoma mexicanum* cultivados con agua del canal de Xochimilco y con agua potable. Dicho proyecto tiene como objetivo general: Analizar el microbioma del mucus de la piel y las heces de juveniles de *A. mexicanum* cultivado en cautiverio con agua potable y con agua del Canal aledaño al CIBAC.

## Descripción específica de las actividades desarrolladas

El servicio social se desarrolló en el ámbito del mantenimiento y toma de muestras del mucus de la piel y las heces del *Ambystoma mexicanum*, en las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC). En el laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, se realizó la identificación de las comunidades microbianas presentes en las heces y el mucus del *A. mexicanum*, cultivado con agua potable (AP) y agua de canal (AC) de Xochimilco, aledaño al CIBAC (Figura 2), durante los meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2024.



**Figura 2.** Canal “Antiguo Canal de Cuemanco” aledaño al CIBAC.

## Manejo de los organismos experimentales

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC), que cuenta con los permisos necesarios para el cultivo en cautiverio de *Ambystoma mexicanum* (Figura 3). Los organismos utilizados en el estudio fueron obtenidos de los estanques del CIBAC, donde se mantienen en condiciones controladas para asegurar su bienestar y la validez de los resultados experimentales (Figura 4).



**Figura 3.** Laboratorio de mantenimiento en cautiverio del ajolote de Xochimilco (*A. mexicanum*).



**Figura 4.** Recolección de *A. mexicanum* del estanque, CIBAC.

Se contaron con dos tratamientos experimentales, uno con AP y otro con AC, considerando seis réplicas en el tratamiento AP (AP1, AP2, AP3, AP4, AP5, AP6) (Figura 5a) y siete réplicas en el tratamiento AC (AC1A, AC1B, AC2, AC3, AC4, AC5, AC6) (Figura 5b), ya que un organismo era muy

pequeño (AC1B) en comparación con los demás y de esa forma se mantuvo un mayor monitoreo de su alimentación y crecimiento (Figura 5c). En cada unidad experimental con tinas de 50 L se colocaron de 1 a 3 ajolotes por tina y de acuerdo con Mena y Servín, 2014 un acuario desde 40 litros es adecuado para alojar a los adultos separados o en grupos pequeños. con aireación constante las 24 horas. y se mantuvieron a una temperatura promedio del agua entre 16 y 18°C.



a)

b)

**Figura 5a.** Tratamiento con agua potable, tina de 50 L (AP).  
**Figura 5b.** Tratamiento con agua de canal, tina de 50 L (AC).



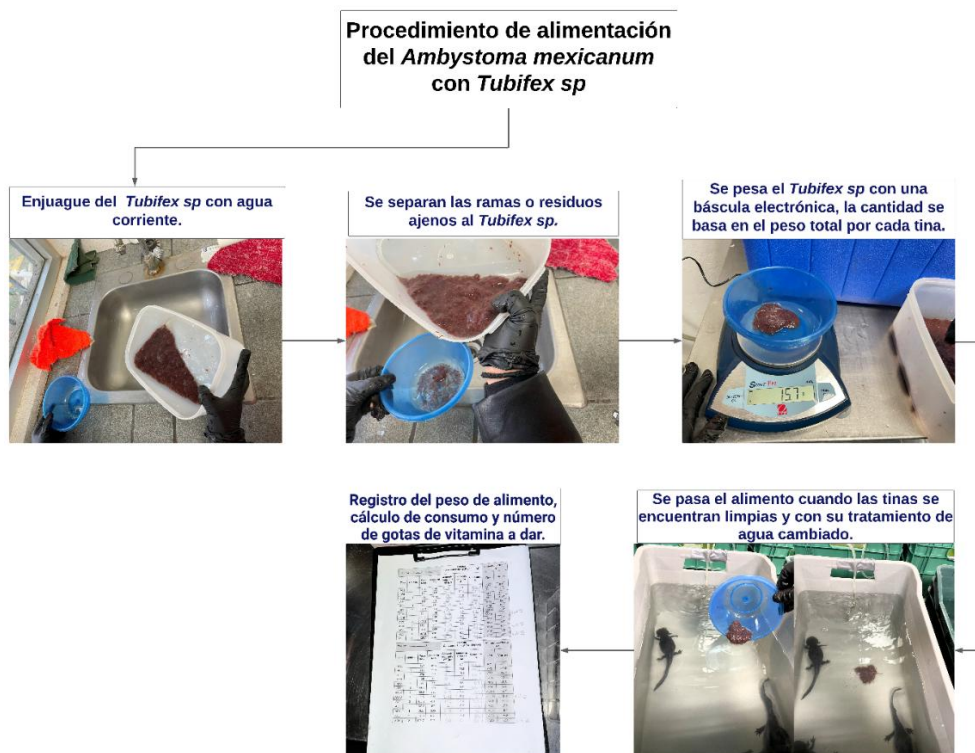
c)

**Figura 5c.** Ajolote de tamaño pequeño del tratamiento AC (AC1B).

## Mantenimiento de los organismos

El *Ambystoma mexicanum* es una especie carnívora estricta. La dieta varía según la etapa de desarrollo. Cuando son crías recién eclosionadas, durante los primeros días de vida, se alimentan del saco vitelino y, en vida libre, también de algunas microalgas. En adultos, la dieta puede ser muy variada y consistir en peces pequeños (como charales y alevines), acociles, *tubifex sp.*, lombrices de tierra, tenebrios, pequeños trozos de carne de res o pollo, grillos, pellets comerciales, entre otros (Mena y Servín, 2014).

La dieta que se proporcionó fue con *tubifex sp.*, utilizando una cantidad equivalente al 4% del peso total de la suma de los organismos en cada tina. El alimento se enjuagaba para limpiarlo y así evitar pequeñas ramas que podrían lastimarlos y para retirar el *tubifex sp.* muerto. El uso de *tubifex sp.* ayuda a estimular al *A. mexicanum* a la caza y el movimiento. El procedimiento de preparación del alimento se esquematiza en la Figura 6.



**Figura 6.** Esquema del proceso de preparación del alimento vivo *tubifex sp.*

Para tener un mayor control de la alimentación, se realizó un registro que permite un control preciso y eficiente de la alimentación de los ajolotes, asegurando que se mantengan en condiciones óptimas.

Tomando en cuenta la fecha y día, número de tina, cantidad de individuos por tina, peso total (gr): peso combinado de todos los ajolotes en la tina. Alimento correspondiente calculado como el 4% del peso total. Alimento inicial (+3 gr): cantidad de alimento inicial con un incremento de 3 gramos ya que se dejaba de lunes a viernes. Alimento inicial (+2 gr): cantidad de alimento inicial con un incremento de 2 gramos ya que se dejaba de viernes a lunes. Alimento final (AF): cantidad de alimento que quedó después de la alimentación y consumo (%): porcentaje de alimento consumido, calculado como  $(100 - (AF*100) / AI)$ , utilizando una resta de 100 para que salga un número positivo el resultado (Tabla 1).

**Tabla 1.** Registro y control de alimentación del *A. mexicanum*.

						Al Lunes	Al Viernes		
Fecha	Día	Tina	Cantidad de Indiv	Peso total (gr)	Alimento correspondiente (4%) Peso total	Alimento inicial (AI) (+3 gr)	Alimento inicial (AI) (+2 gr)	Alimento final (AF)	Consumo (%) $100 - (AF*100/AI)$
08/11/2024	Viernes	AC1 A	1	57	2.28	5.28	4.28	1.7	67.8030303
08/11/2024	Viernes	AC1 B	1	27.6	1.104	4.1	3.104	1.8	56.09756098
08/11/2024	Viernes	AC2	2	105.1	4.204	7.204	6.204	0	100
08/11/2024	Viernes	AC3	1	147.2	5.888	8.888	7.888	0	100
08/11/2024	Viernes	AC4	1	70.9	2.836	5.836	4.836	0	100
08/11/2024	Viernes	AC5	1	103.7	4.148	7.148	6.148	1.6	77.6161164
08/11/2024	Viernes	AC6	3	157.3	6.292	9.292	8.292	0	100
11/11/2024	Lunes	AP1	1	101	4.04	7.04	6.04	0	100
11/11/2024	Lunes	AP2	3	285	11.4	14.4	13.4	0.2	98.50746269
11/11/2024	Lunes	AP3	3	262.9	10.516	13.516	12.516	0	100
11/11/2024	Lunes	AP4	3	176.5	7.06	10.06	9.06	0	100
11/11/2024	Lunes	AP5	1	79	3.16	6.1	5.16	0.6	88.37209302
11/11/2024	Lunes	AP6	3	165	6.6	9.6	8.6	0	100

El proceso de limpieza de las tinas se realizó en los primeros 3 meses de manera directa, es decir, se retiraban los ajolotes de las tinas para después colocarlos en bandejas, de esta forma las tinas se podían tallar para poder retirar las sales y restos de materia orgánica como las heces o alimento pegado en el fondo y paredes de las tinas (Figura 7a). Las mangueras de aireación se lavaban con agua potable para retirar los restos que se quedaban en la punta (Figura 7b). Las redes utilizadas para extraer los ajolotes se lavaban antes y después de utilizarlas para evitar el contagio de hongos u otras enfermedades, y de esta forma mantener un mayor control (Figura 7c).



**Figura 7a.** Ajolote colocado en una bandeja durante el proceso de limpieza de la tina.



**Figura 7b.** Proceso de limpieza de las mangueras de aireación.

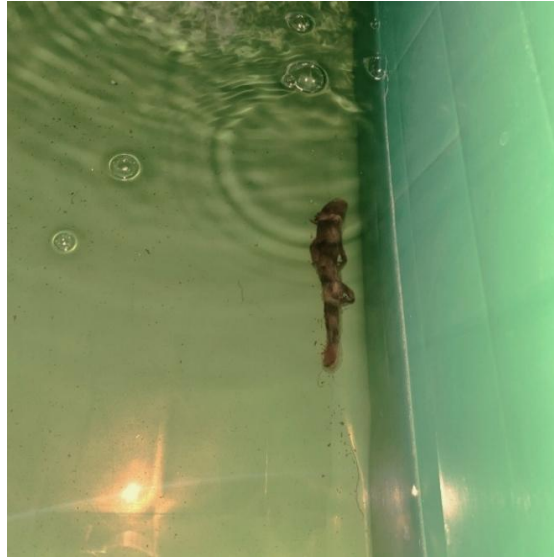
**Figura 7c.** proceso de limpieza de la red.

## Identificación de capa algodonosa

Los ajolotes sufren diferentes enfermedades, las cuales pueden ser provocadas por factores diversos que no involucran necesariamente a ciertos parásitos como detonantes de la enfermedad. Tal es el caso del mal manejo, del mal estado del agua, de la mala alimentación, de la mala calidad del alimento, de las malas instalaciones, del estrés y de los cambios de temperatura. Normalmente, las enfermedades dermatológicas, digestivas o respiratorias son las que se identifican con más facilidad y posiblemente sean las de mayor incidencia (Mena y Servín, 2014). Un ejemplo de esto son los hongos, que son microorganismos eucariontes que forman parte de la microflora normal en animales y plantas. A la enfermedad producida por un hongo se le denomina micosis (Sumano *et al.*, 1997).

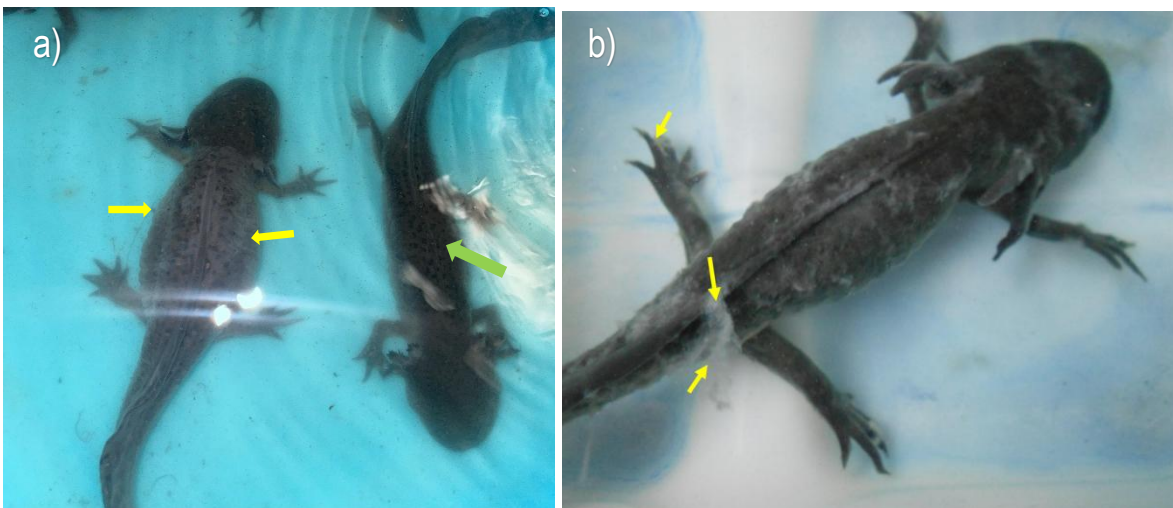
Dentro de las enfermedades micóticas que afectan a los animales, en el caso particular de los anfibios, estas son más comunes en grandes colonias que se mantienen en cautiverio (Figura 4) o en vida libre. Actualmente, la de mayor impacto ambiental es la Chytridiomicosis, producida por *Batrachochytrium dendrobatidis*, mientras que en cautiverio la más común es la Saprolegniasis (*Saprolegnia spp.*) (Foster *et al.*, 2012). La Saprolegniasis es una infección fúngica externa que afecta a peces y anfibios. Es fácil de diagnosticar debido a las lesiones filamentosas de color blanco grisáceo que aparecen en la piel, las cuales corresponden al micelio del hongo y forman masas algodonosas. Estas lesiones pueden comenzar pequeñas y proliferar hasta cubrir todo el cuerpo del animal (Maceda *et al.*, 2003).

Al ser el *A. mexicanum* una especie endémica del valle de México, limitada a los canales del lago de Xochimilco, y debido al tipo de tratamiento utilizado (AC), estaba expuesto a contraer alguna enfermedad, ya que los canales de Xochimilco están contaminados y albergan diversas enfermedades, como es el caso de *Saprolegnia spp.* (Nogueira, 2014). Cuando un organismo adquiere el hongo, este se extiende por toda la dermis colonizando toda la piel del animal (Figura 8). Se cree que la muerte después de la infección por Saprolegniasis es producida por la alteración en la termorregulación y osmoregulación a través de la piel y mucosas comprometidas (Aguilar, 2010).



**Figura 8.** Posible muerte por *Saprolegnia spp* en *Ambystoma mexicanum* del tratamiento AC (AC6).

Cuando se identificaba cambios en el comportamiento de un organismo, como cambios de color, nado anormal, falta de apetito (ajolote de tamaño pequeño del tratamiento AC (AC1B), Figura 5c), coloración que variaba de blanco a gris (Figura 9a) o aparición de masas en la piel tipo algodónosa (Figura 9b), lo tratábamos con medicamentos y vitaminas.



**Figura 9a.** Cambio de color con variación de blanco a gris en *Ambystoma mexicanum* (ajolote de la izquierda, flechas amarillas). *Ambystoma mexicanum* sano, con coloración normal (ajolote de la derecha, flecha verde).

**Figura 9b.** Lesiones producidas por *Saprolegnia spp* en *Ambystoma mexicanum* (flechas amarillas) (Foto: Nogueira 2014).

## Cuidado y tratamiento de los organismos

Cada tratamiento tenía un procedimiento de llenado. A las tinas del tratamiento AC se les agregaba Antifungi (Acrivelt) (1 gota) y vitaminas (Hydrovit) si era necesario. En el tratamiento AP se les agregaba Antifungi (Acrivelt) (1 gota) y Anticloro (1 gota), se dejaban reposar durante 40 minutos. Después, se regresaban los ajolotes de forma cuidadosa a su respectiva tina para agregarles vitaminas (Hydrovit) si era necesario (Figura 10). La cantidad de gotas de vitaminas (Hydrovit) en los primeros tres meses, se les aplicaba a todas las tinas (1 gota) vitamina (Hydrovit). En el resto de meses la cantidad de gotas de vitaminas (Hydrovit) dependía del cálculo de consumo de alimento, cuando se notaba la disminución del porcentaje de consumo por debajo del 50 % (1 gota) y por debajo del 35% de aplicaban 2 gotas o más, dependiendo de otras variables como cantidad de individuos por tina, tamaño, comportamiento extraño etc (Tabla 2). La medicina (Green-Bac) se agregaba solamente cuando se presentaba la presencia de hongo. Se separaba al ajolote en una bandeja con agua limpia para agregarle el medicamento, se dejaba reposar unos minutos y finalmente se regresaba a su tina con agua nueva.



**Figura 10.** Goteros utilizados en el tratamiento: Antifungi (Acrivelt), vitamina (Hydrovit) y medicina (Green-Bac).

**Tabla 2.** Registro de alimentación y control de aplicación de vitamina Hydrovit al *A. mexicanum*.

						Al Lunes	Al Viernes		Gotas (#G vit)
Fecha	Día	Tina	Cantidad de Indiv	Peso total (gr)	Alimento correspondiente (4%) Peso total	Alimento inicial (+3 gr)	Alimento inicial (+2 gr)	Alimento final (AF)	Consumo (%) 100-(AF*100/AI)
13/12/2024	Viernes	AP1	1	104	4.2	8.2	7.16	0	100
13/12/2024	Viernes	AP2	3	295	11.8	15.8	14.80	0	100
13/12/2024	Viernes	AP3	3	279	11.2	15.2	14.16	0	100
13/12/2024	Viernes	AP4	3	185	7.4	11.4	10.40	0	100
13/12/2024	Viernes	AP5	1	65	2.6	5.6	4.60	0.6	89.28571429
13/12/2024	Viernes	AP6	3	166.2	6.6	9.6	8.65	0	100
13/12/2024	Viernes	AC1 A	1	56.3	2.3	5.3	4.25	1.4	73.34348819
13/12/2024	Viernes	AC1 B	1	19.8	0.8	3.8	2.79	2.9	5G vit 23.52320675
13/12/2024	Viernes	AC2	2	105.2	4.2	7.2	6.21	1.7	76.41509434
13/12/2024	Viernes	AC3	1	142.5	5.7	8.7	7.70	2	77.01149425
13/12/2024	Viernes	AC4	1	76.5	3.1	6.1	5.06	0.6	90.0990099
13/12/2024	Viernes	AC5	1	107.9	4.3	7.3	6.32	1.1	84.96446145
13/12/2024	Viernes	AC6	2	126.7	5.1	8.1	7.07	5	2G vit 38.02677243
16/12/2024	Lunes	AP1	1	104	4.16	8.16	7.16	2.5	65.08379888
16/12/2024	Lunes	AP2	3	295	11.8	15.8	14.8	0.2	98.64864865
16/12/2024	Lunes	AP3	3	279	11.16	15.16	14.16	0	100
16/12/2024	Lunes	AP4	3	185	7.4	11.4	10.4	0	100
16/12/2024	Lunes	AP5	1	65	2.6	5.6	4.6	2.1	54.34782609
16/12/2024	Lunes	AP6	3	166.2	6.648	9.648	8.648	0	100
16/12/2024	Lunes	AC1 A	1	56.3	2.252	5.252	4.252	1.5	64.72248354
16/12/2024	Lunes	AC1 B	1	19.8	0.792	3.792	2.792	1.8	7G vit 35.53008596
16/12/2024	Lunes	AC2	2	105.2	4.208	7.208	6.208	2.9	53.28608247
16/12/2024	Lunes	AC3	1	142.5	5.7	8.7	7.7	2	74.02597403
16/12/2024	Lunes	AC4	1	76.5	3.06	6.06	5.06	2.8	5G vit 44.66403162
16/12/2024	Lunes	AC5	1	107.9	4.316	7.316	6.316	0	100
16/12/2024	Lunes	AC6	2	126.7	5.068	8.068	7.068	4	4G vit 43.40690436

A partir de la primera semana del mes de septiembre, la limpieza de las tinas se modificó, por lo tanto, la nueva técnica utilizada fue con los organismos dentro de las tinas; se realizó el tallado suave en el fondo y en las paredes (Figura 11a); el agua se sifoneo de forma cuidadosa; el nivel de agua se dejaba casi por encima de los ajolotes (Figura 11b), de esta forma se evitaba el cambio de lugar de los

organismos y el estrés por el cambio de temperatura. En el mes de noviembre se empezó a identificar una corrosión en el fondo de las tinas del tratamiento AC (AC1B, AC2, AC3) (Figura 12a), esto se debió por un exceso de sales en el agua de canal, por lo que se optó por hacer un cambio de todas las tinas del tratamiento AC (Figura 12b).



**Figura 11a.** Tallado de tinas de manera parcial. **Figura 11b.** Limpieza de las tinas por sifoneo.



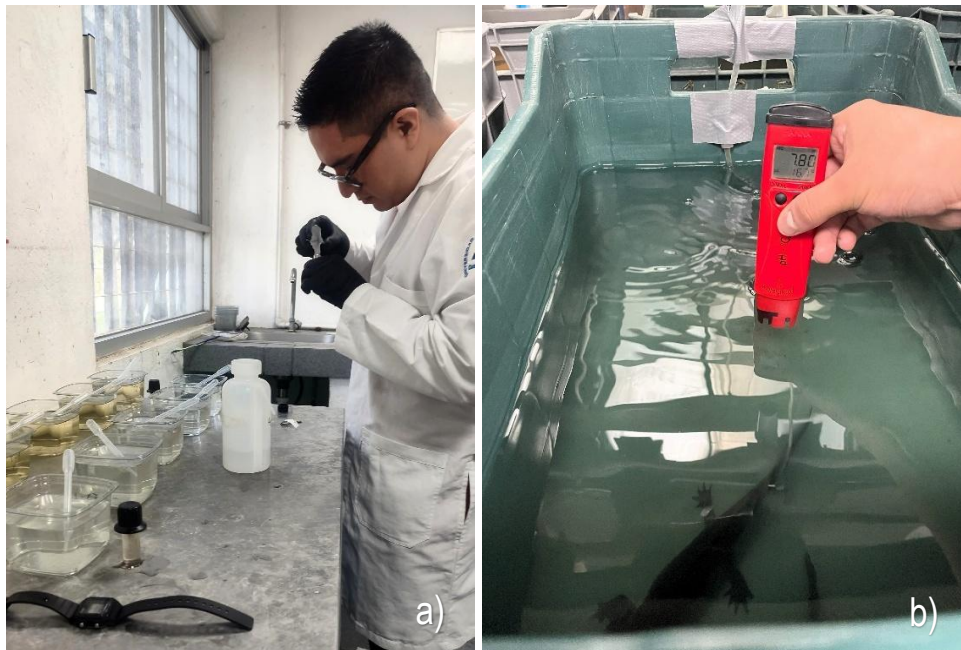
**Figura 12a.** Corrosión en tinas del tratamiento AC (AC1B, AC2, AC3) por exceso de sales.



**Figura 12b.** Tinas nuevas del tratamiento AC.

### Toma de parámetros fisicoquímicos

En el CIBAC se tomaron los parámetros de calidad del agua y sólidos sedimentables semanalmente de los tratamientos AC y AP (Figura 13a). La temperatura del agua (°C) y el pH se determinó con un medidor de pH/temperatura pHep®5 (HANNA HI98128), con resolución de 0.01 de pH y una exactitud de  $\pm 0.05$  pH (Figura 13b).



**Figura 13a.** Toma de parámetros de los tratamientos AC y AP. **Figura 13b.** Medidor de pH/temperatura en tratamiento AP

El oxígeno disuelto (OD, ppm) se determinó con un medidor de oxígeno disuelto tipo pluma con un amplio rango de 0,0 a 40,0 mg/L, (RCYAGO DO9100). Al momento de usarlo requirió una calibración, de acuerdo con el instructivo la calibración fue 100.0% en aire (RCYAGO, 2024) (Figura 14).



**Figura 14.** Medidor de oxígeno disuelto tipo pluma en tratamiento AC.

La concentración de nitrito (N- Nitrito mg/L), nitrato (N-Nitrato mg/L) y Nitrógeno Amoniacal Total (TAN mg/L) se determinó con un medidor de DQO Y Fotómetro Multiparámetro HI 83099 de acuerdo con los métodos estándar de HANNA (HANNA Company, 2016) (Figura 15). Los datos obtenidos fueron comparados con los parámetros fisicoquímicos ideales para el mantenimiento del ajolote de Xochimilco en cautiverio del manual de Mena y Servín, 2014 (Tabla 3).



**Figura 15.** Medición de parámetros con un Fotómetro Multiparámetro de los tratamientos AP y AC.

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos ideales para el mantenimiento del ajolote de Xochimilco en cautiverio.

Parámetro	Valor ideal
pH	6.5 – 8
Cloro	0 mg/l
Dureza general (GH)	6 – 16 ° dh
Dureza carbono (KH)	3 – 10 ° dh
Nitritos (NO <sub>2</sub> -)	> 3 mg/l
Amonia	0% ó 0 mg/l
Densidad	1.000
Concentración C02	< 5 mg/l
O2 disuelto	> 80% de saturación
Temperatura	10 – 18°C

### Análisis del microbioma intestinal (heces) y microbioma de la piel (mucus) de juveniles del *Ambystoma mexicanum*

- Preparación de medio de cultivo.

Un medio de cultivo es cualquier "material o sustrato" que proporcione sustancias nutritivas que permitan el desarrollo y reproducción de microorganismos. Estos pueden ser líquidos, sólidos o semisólidos. (Castañeda, 2009). La utilización de medios de cultivo fueron TCBS, BHI y MRS; ya que el medio de cultivo T.C.B.S. es un medio selectivo para el aislamiento y cultivo de *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahemolyticus* y otras especies de *Vibrio* a partir de heces, aguas y alimento (Kobayashi et al., 1963; Faddin, 1985; August et al., 1990; Clesceri, Greenberg, & Eaton, 1998; Murray et al., 1999). El B.H.I Agar Infusión Cerebro Corazón (Brain Heart Infusion Agar) es un medio sólido muy rico en nutrientes, utilizado para el aislamiento de microorganismos exigentes y el cultivo de una gran variedad de bacterias, hongos y levaduras, incluyendo aquellos de difícil desarrollo. Este medio es

especialmente adecuado para el cultivo de estreptococos y otras bacterias exigentes, Además, se utiliza para el aislamiento selectivo de hongos patógenos, proporcionando un adecuado desarrollo microbiano (Faddin, 1985; Murray *et al.*, 1999).

Y el medio de cultivo M.R.S. Agar apropiado para el aislamiento y recuento de lactobacilos y otras bacterias ácido-lácticas a partir de muestras clínicas y alimentos (especialmente productos lácteos) y actúa como agente inhibitorio del crecimiento de bacterias Gram negativas (Faddin, 1985; Corry *et al.*, 2003; De man *et al.*, 1960). La preparación de medios de cultivo microbiológico se esquematiza en la Figura 16.



**Figura 16.** Esquema del proceso de preparación de medio de cultivo.

- Toma de muestras de microbioma intestinal (heces) y microbioma de la piel (mucus) de *Ambystoma mexicanum*.

Se realizaron cuatro muestreos de microbioma intestinal en los tratamientos AC y AP. Para la toma se utilizaron tubos de ensayo con 9 ml de solución salina, pipetas de transferencia de 3 ml y guantes de nitrilo.

En cada tina se empleaba un tubo de ensayo etiquetado con el número de tina, tipo de muestra (Heces), Numero de muestreo y fecha completa (Ej: AP2 - H - M4 - 20/09/24). Usando guantes y una micropipeta, se tomaron directamente las muestras de heces de las tinas y se colocaron cuidadosamente en los tubos de ensayo con solución salina (Figura 17), evitando que la micropipeta tocara algo externo para no contaminarla y teniendo cuidado de no estresar a los ajolotes.

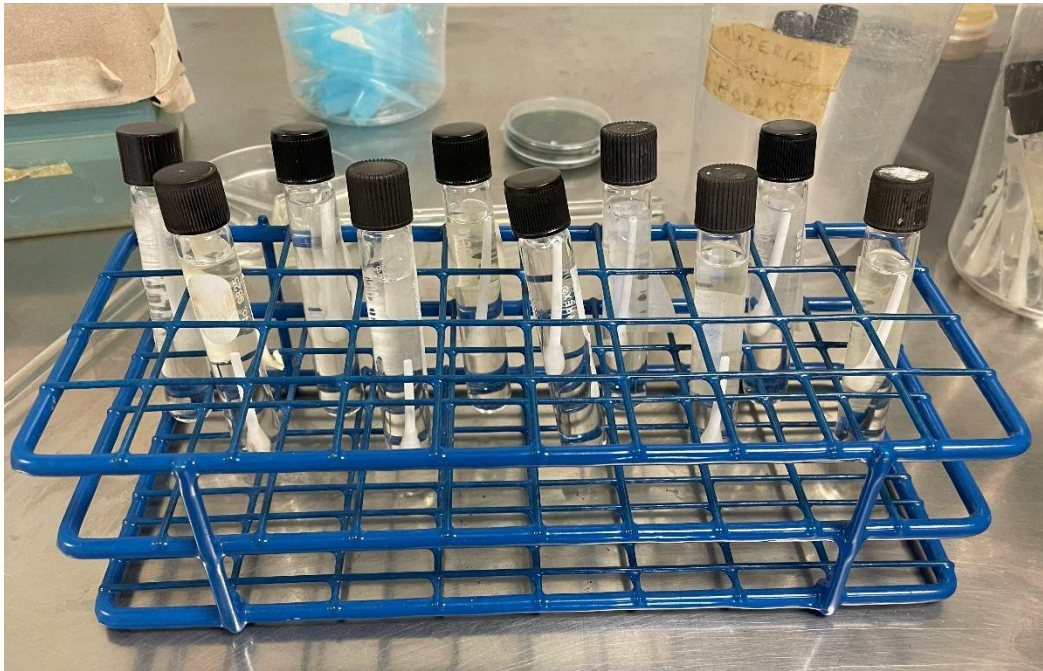


**Figura 17.** Tubo de ensayo con muestra de heces de la tina AC6 del muestreo número tres.

Para la obtención del mucus de la piel del ajolote se utilizó, guantes de nitrilo, cotonette esteril, una cinta de medición, bascula, mechero, tijeras, una pequeña tina, soporte para tubos de ensayo (rejilla), tubos de ensayo con solución salina etiquetados, la etiqueta podía variar ya que a diferencia de las muestras de heces que se tomaba de manera general, en el mucus se hace por individuo, si en una

tina tenía más de un individuo se etiquetaba con número de tina, número de individuo, tipo de muestra (Mucus), número de muestra y fecha completa (Ej: AP2-I1- M- M2 - 20/09/24) (Figura 18).

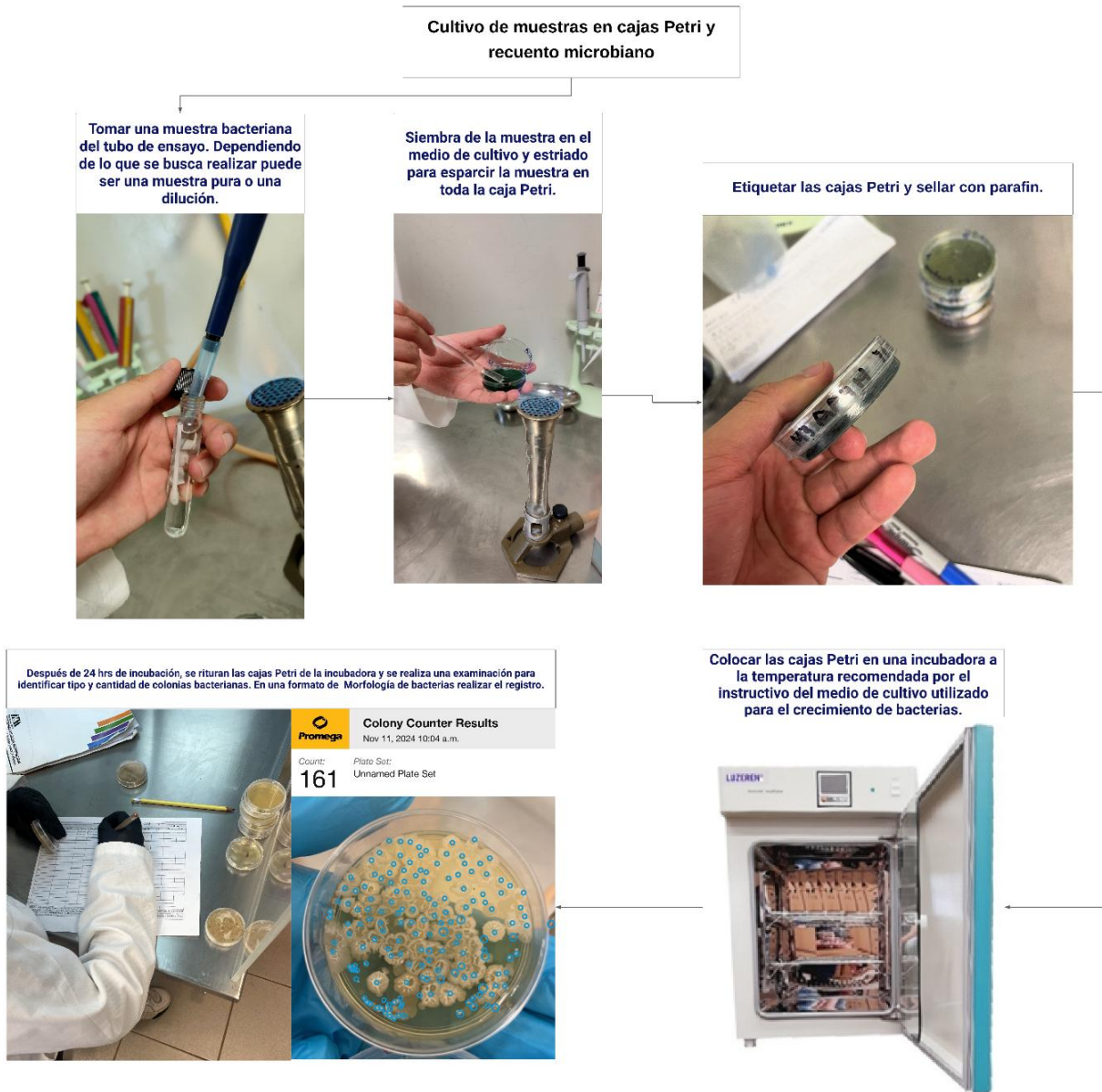
La obtención del mucus de la piel se realizó de la siguiente manera: se colocaba un ajolote en una pequeña tina, se saca un cotonete esteril para frotarlo sobre la piel del ajolote de una manera delicada para no lastimarlo, se introduce el cotonete a un tubo de ensayo de una manera cuidadosa para no contaminar la muestra, al momento de ya estar el cotonete adentro del tubo con unas tijeras esterilizadas con alcohol y pegadas al mechero se corta el sobrante del cotonete, la boquilla del tubo de ensayo como la tapa se acercan sobre el mechero para evitar contaminación, se cierra y se etiqueta. Este proceso se repitió en cada individuo.



**Figura 18.** Tubos de ensayo con muestra de mucus de la piel.

- Cultivo de muestras en cajas Petri y recuento microbiano.

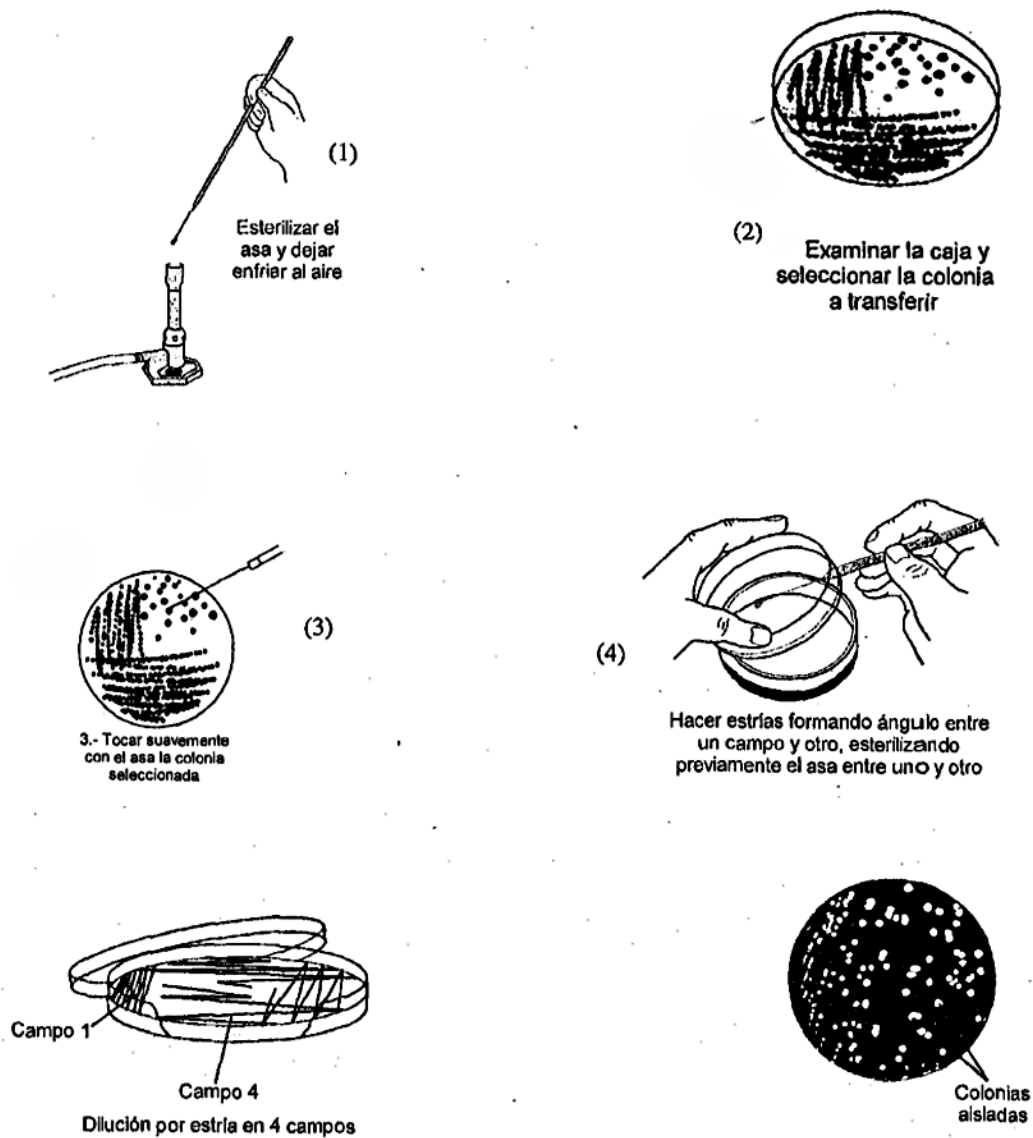
La inoculación o siembra es la transferencia de los microorganismos de un cultivo al medio en el cual crecerán para ello se emplean diversas técnicas que deben realizarse en condiciones asépticas y con material estéril para después incubar a una temperatura adecuada para el crecimiento (Urzúa, 2021) como se esquematiza en la Figura 19.



**Figura 19.** Esquema del proceso de siembra de muestra en un medio de cultivo.

- Resiembra y tinción

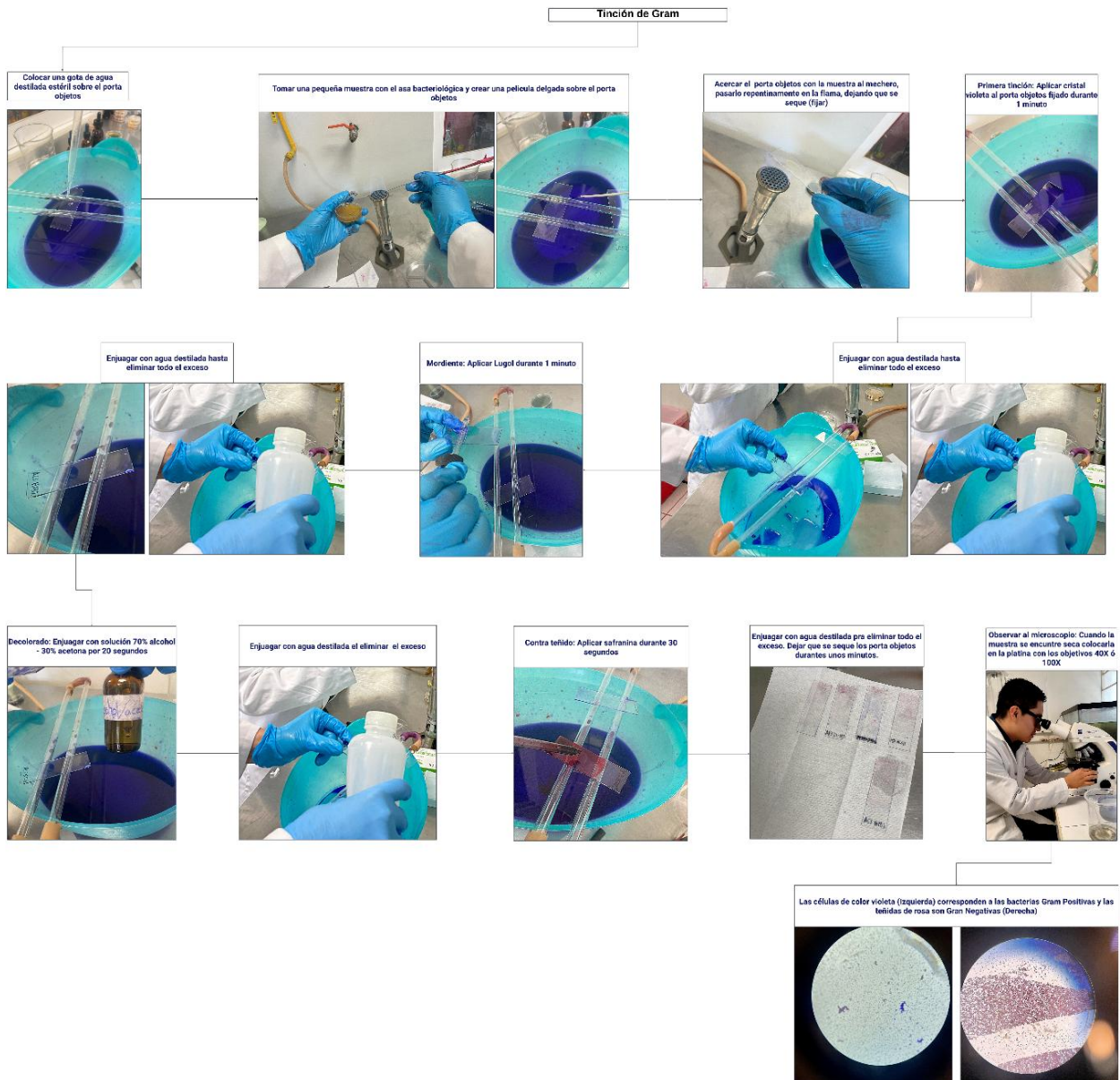
Cuando se identificaron múltiples bacterias, se realizó la resiembra en forma de pentágono y estría. Tomando un asa bacteriológica cargada con una muestra que contenga bacterias y se van haciendo estrías de ésta sobre una placa de agar nutritivo de tal manera que el material se vaya "diluyendo" sobre la superficie, llegará un momento en que las bacterias depositadas en la estría estén bien separadas unas de otras. La técnica se ejemplifica en la Figura 20.



**Figura 20.** Técnica de resiembra por la técnica de estría (Esquema: Castañeda, 2009).

- Tinción de Gram.

La tinción de Gram permite clasificar las bacterias en dos grupos: Gram positivas y Gram negativas. Esta clasificación se basa en las diferencias en la estructura de la pared celular y en cómo reaccionan a los reactivos utilizados durante el proceso de tinción. Al finalizar, las bacterias Gram positivas retienen el cristal violeta y se tiñen de color azul o morado, mientras que las Gram negativas se tiñen de color rojo o rosa (Castañeda, 2009).

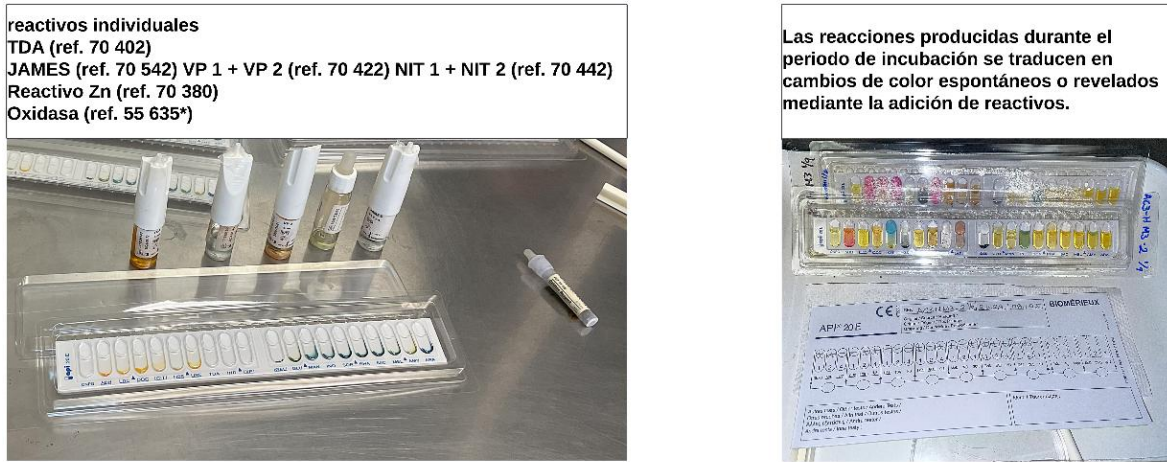


**Figura 21. Esquemización del proceso tinción de Gram.**

- Sistema API®

Los sistemas miniaturizados son métodos rápidos que permiten la identificación de microorganismos a través de la realización de diferentes pruebas bioquímicas. Estos sistemas consisten en un dispositivo de plástico con varios microtubos que contienen diferentes medios de cultivo deshidratados o diferentes sustratos de enzimas de acuerdo con el tipo de prueba que se requiere montar (Contreras, 2013).

Se realizó la prueba de oxidasa y prueba API 20 E, para la identificación de Enterobacteriaceae y otros bacilos Gram negativos no existentes. Y prueba 20 NE, para la identificación de los bacilos Gram negativos no enterobacterias y no fastidiosos (ej. Pseudomonas, Acinetobacter, Flavobacterium, Moraxella, Vibrio, Aeromonas, etc.). Se anotaron en los formatos de identificación y se realizó la determinación del perfil numérico. Identificación: Con la ayuda del software de identificación APIWEB TM como se ejemplifica en la Figura 22.

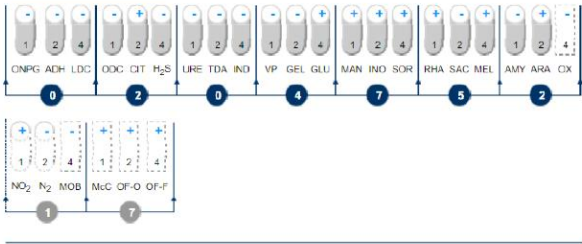


**Identificación:**  
Se realiza a partir de la base de datos (V4.1). Con la ayuda del Catálogo Analítico: - Localizar el perfil numérico en la lista de los perfiles. \* Con la ayuda del software de identificación apiweb TM: - Introducir manualmente mediante el teclado el perfil numérico de 7 cifras.

Biomerieux - Bogota

APIWEB™

API 20 E V5.0



REFERENCIA      FECHA  
COMENTARIO      03/12/19

**BAJA DISCRIMINACION**

Galería	API 20 E V5.0		
Perfil	0 2 0 4 7 5 2 1 7		
Nota	CONFIRMAR POR PRUEBAS SEROLOGICAS		

Taxón significativo	% ID	T	Pruebas en contra
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp <i>ozaenae</i>	96.5	0.47	ONPG 94% CIT 18% AMY 97%
<i>Salmonella</i> spp	27.2	0.35	LDC 82% CDC 93% H2S 83% MOB 95%

Taxón siguiente	% ID	T	Pruebas en contra
<i>Citrobacter freundii</i>	4.6	0.21	ONPG 90% H2S 75% INO 25% SAC 99% MOB 95%

Pruebas complementarias	ADDNTOLac	SKG	CELac	ESC (HYD)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ssp <i>ozaenae</i>	97%	2%	92%	80%
<i>Salmonella</i> ser. Enteritidis	0%	NT	-	-
<i>Salmonella</i> ser. Paratyphi B	0%	NT	-	-
<i>Salmonella</i> ser. Typhimurium	0%	100%	-	-

Figura 22. Sistema API 20 E.

- Entrega del informe final

Elaboración y presentación del reporte final de Servicio social.

## **Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.**

El trabajo realizado en el servicio social me permitió profundizar en el aprendizaje del manejo de organismos vivos, conocimiento de materiales, dispositivos para el monitoreo, control, toma de parámetros fisicoquímicos como reactivos y equipo del Laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo.

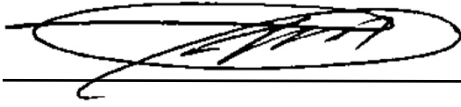
Por lo cual este conocimiento lo tuve gracias a la base de conocimientos adquiridos en el módulo Historias de vida que tiene como objetivo el comprender las historias de vida de los seres vivos y su aplicación en el diagnóstico de las condiciones que afectan a la productividad de una población. Así como en el módulo de Ciclos Biogeoquímicos que tiene como objetivo el comprender que los ciclos biogeoquímicos están determinados por el estado actual y los procesos evolutivos de los componentes ambientales como base para el diagnóstico y manejo de los recursos naturales bióticos.

## Referencias bibliográficas

- Aguilar, R. (2010). *Atlas de medicina de animales exóticos*. Bayer, Intermedica.
- August, M. J., et al. (1990). *Cumitech 3A; Quality Control and Quality Assurance Practices in Clinical Microbiology*, Coordinating ed., A. S. Weissfeld. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
- Castañeda Briones, M. T. (2009, abril). *Microbiología aplicada: Manual de laboratorio*. Recuperado de <https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/b72ab738-a86c-4bbd-a59b-9221ffcd8668/content>
- Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Eaton, A. D. (1998). *Part 9000, Microbiological Examination. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (20th ed.). APHA.
- Contreras Garrido, A. (2013, mayo 23). *Sistemas miniaturizados*. Recuperado de <https://seramix.blogs.uv.es/2013/05/23/sistemas-miniaturizados/>
- Corry, J. E. L., Curtis, G. D. W., & Baird, R. M. (2003). *Handbook of Culture Media for Food Microbiology* (Vol. 37). Elsevier Science.
- De Man, J. C., Rogosa, M., & Sharpe, M. E. (1960). A Medium for the Cultivation of Lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.*, 23(1), 130.
- Faddin, J. (1985). *Media for isolation-cultivation-identification-maintenance of medical bacteria* (Vol. 1). Williams & Wilkins, Baltimore, Md.
- Foster, A., & Foil, C. (2012). *Manual de dermatología en pequeños animales y exóticos*.
- Hird, S. M. (2017). Evolutionary Biology Needs Wild Microbiomes. *Frontiers in Microbiology*, 8, 725. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00725>
- Huacuz, E. D. (2001). *Estado de conservación del género Ambystoma en Michoacán, México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Kobayashi, T., Enomoto, S., Sakazaki, R., & Kuwahara, S. (1963). A new selective medium for pathogenic vibrios, TCBS (modified Nakanishi's agar). *Jap. J. Bacteriol.*, 18, 387.
- Maceda, A., & González, I. (2003). Recuperado de <http://alaquairum.net/saprolegnia.htm>
- Mena, G. H., & Servín, Z. E. (2014). *Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (Ambystoma mexicanum)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología.
- Murray, P. R., Baron, E. J., Pfaller, M. A., Tenover, F. C., & Tenover, R. H. (1999). *Manual of clinical microbiology* (7th ed.). American Society for Microbiology, Washington, D.C.

- NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. México.
- Nogueira, M. M. G. (2014). *Evaluación antimicótica del propóleo sobre cepas de Saprolegnia spp aisladas del Ambystoma mexicanum (Ajolote de Xochimilco) que forman parte de la colección de animales de la DGZVS (Dirección General de Zoológicos y Vida Silvestre)* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018, septiembre 12). *Ajolote mexicano, criatura súper dotada*.
- Sumano, L. H., & Ocampo, C. L. (1997). *Farmacología Veterinaria*. McGraw Hill.
- Tobón, A. (2021). *Ambystoma mexicanum, la importancia de esta especie en la medicina regenerativa y estrategias para su conservación*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Biológicas. Licenciatura en Biotecnología. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/378109884\\_Ambystoma\\_mexicanum\\_la\\_importancia\\_de\\_esta\\_especie\\_en\\_la\\_medicina\\_regenerativa\\_y\\_estrategias\\_para\\_su\\_conservacion](https://www.researchgate.net/publication/378109884_Ambystoma_mexicanum_la_importancia_de_esta_especie_en_la_medicina_regenerativa_y_estrategias_para_su_conservacion)
- Urzúa, C. (2021). *Siembra en tubo por estría*. Coordinación de Universidad Abierta y Educación Digital, UNAM. Recuperado de <https://mediacampus.cuaieed.unam.mx/node/4248>
- Warne, R. W., Kirschman, L., & Zeglin, L. (2017). Manipulation of gut microbiota reveals shifting community structure shaped by host developmental windows in amphibian larvae. *Integrative and Comparative Biology*, 57(4), 786-794.
- Zambrano, G. L., Valiente, E., Sastré, E., Tovar, E., Sumano, C., Levy, K., Giménez, J., López, J., & Almazán, M. (2013). *Programa de Análisis y Restauración del Sistema Lacustre de Xochimilco y del Ajolote, Segunda Etapa*. Laboratorio de Restauración Ecológica, Instituto de Biología, UNAM.

**Vo.Bo. de asesora.**



---

Dra. María del Carmen Monroy Dosta - UAM - X. (Asesor interno).

Núm. económico 28906