



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

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

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL POR ACTIVIDADES RELACIONADAS
CON LA PROFESIÓN**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

**Producción de alimento vivo para el mantenimiento del ajolote mexicano
*Ambystoma mexicanum***

QUE PRESENTA EL ALUMNO (A)

Atl Dante Campillo Juárez

**Matrícula
2123075858**

ASESORES

**Dr. José Antonio Ocampo Cervantes
CIBAC-(36587)**

**Dra. María del Carmen Monroy Dosta
UAM-X. (28906)**

Ciudad de México, D.F.

febrero de 2020

Resumen

El Centro de investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC) se encarga de apoyar a la conservación de la Cuenca de Xochimilco por medio del aprovechamiento sustentable de especies nativas y endémicas que están en peligro de extinción como es el *Ambystoma mexicanum*. El alimento es uno de los factores que limitan la mantención de organismos en la crianza y reproducción, por lo tanto, el alimento tiene que cumplir con las necesidades nutrimentales. Una alternativa para la alimentación de *A. mexicanum* es la reproducción de peces de la especie *Goodea atripinnis*. Por medio de trampas se capturaron 60 peces, de los cuales se obtuvieron 27 machos y 33 hembras siendo repartidos en 3 piletas de 1m³. En el primer bimestre se obtuvieron 300 alevines dónde las biometrías obtuvieron una longitud promedio de 3.13 (\pm 0.61 DE) en la pileta uno, 3.46 (\pm 0.55 DE) y 3.20 (\pm 0.58 DE) cm en las otras dos respectivamente. Por otro lado, la población inicial de la pileta 1 presentó mayor mortalidad, mientras que la mayor supervivencia se presentó en la pileta 3. Al comienzo se obtuvo una temperatura promedio de 18°C teniendo a la población estable, posteriormente la temperatura del agua descendió hasta los 8°C donde a partir de este momento la población de las piletas se vio disminuida. *G. atripinnis* es una especie fácil de cultivar, requiriendo una temperatura de entre 14 °C a 18 °C y un tamaño aproximado de 8 a 9.5 cm para la supervivencia y su máxima reproducción. El crecimiento de los peces es rápido por lo que pueden llegar a la maduración sexual en poco tiempo. Las condiciones que se le pueden dar en los estanques de 1m³ son buenas además que el alimento que se le debe dar a esta especie es poco.

Palabras Clave: Alimento vivo, *G. atripinnis*, reproducción, supervivencia, alevines, crecimiento

Índice

1. Marco institucional.....	1
2. Introducción.....	2
3. Antecedentes.....	3
4. Ubicación geográfica.....	3
5. Objetivo general del proyecto.....	4
6. Fundamento de las actividades.....	4
7. Especificar las actividades a desarrollar	6
8. Impacto de las actividades.....	9
9. Aprendizaje.....	9
10. Referencias.....	10

1. Marco Institucional

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) es una institución educativa que se fundó ante la necesidad de contar con un centro de educación superior que cubriera demandas educativas de la época, ya que existía una sobre población de estudiantes de nivel superior (UAM, 2017).

La UAM busca redefinir el sistema de enseñanza, para que en éste se analicen problemáticas reales de la sociedad; con el fin de lograr un mejor dominio de las prácticas profesionales al comprender que la realidad no se aprende completamente mediante una visión multidisciplinaria, es por eso que la misión de ésta institución es formar profesionales con capacidad para identificar y resolver problemas, así como para trabajar en equipos interdisciplinarios y con fuerte compromiso social; desarrollando investigación orientada a la solución de problemas socialmente relevantes; además de brindar servicio a partir de un modelo que integre la investigación y la docencia, así como la preservación y difusión de la cultura (UAM, 2017).

Con este mismo enfoque se crea el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco, que es un espacio dependiente de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. En este centro participan investigadores y alumnos de distintas áreas del conocimiento, los cuales se dedican a estudiar y difundir los problemas de la Zona Lacustre de Xochimilco (UAM, 2017) preservando la fauna local como el *Ambystoma mexicanum*, *Lithobates montezumae*, *Cambarellus montezumae*, *Leptophobia* y *Dione moneta* y *Chiostoma jordani* y de Educación Ambiental (UAM, 2017).

2. Introducción

El CIBAC se encarga de apoyar a la conservación de la Cuenca de Xochimilco por medio del aprovechamiento sustentable de especies nativas y endémicas que están en peligro de extinción. Una de las especies catalogadas en peligro de extinción es *A. mexicanum* (*Ajolote*) el cual se trabaja para su conservación (UAM, 2017).

El alimento es uno de los factores que limitan la mantención de organismos en la crianza y reproducción de organismos acuáticos. El alimento tiene que cumplir con las necesidades nutrimentales de los organismos y además que resulte lo mas costeable posible. Dada esta situación se han alimentado de manera artificial, sin embargo, los costos de este tipo de alimentación pueden ser elevados y además se pueden encontrar deficiencias nutricionales si la dieta artificial no cubre todos los requerimientos del organismo. En el caso de *A. mexicanum* no se cuenta con una dieta artificial específica, por lo que una solución para complementar la dieta de organismos en cautiverio es la implementación de producción de alimento vivo (Woynarovich y Horváth, 2018).

A. mexicanum es un anfibio, de tipo generalista oportunista, las crías recién eclosionadas pueden ser alimentadas con zooplancton y posteriormente en su estado adulto se pueden alimentar con organismos mas grandes como peces forrajeros, en estado silvestre se alimenta de artrópodos, crustáceos, anélidos y pequeños vertebrados (Solé y Rödder, 2017; Browne, 2009).

El conocimiento de técnicas para la reproducción de *G. atripinni* es importante como cultivo de apoyo pues este organismo podría ayudar a la mantención de *A. mexicanum* de manera sustentable puesto que es una especie de pez herbívora, se alimentan principalmente de fitoplancton, algas filamentosas y detritus (Ramírez, 2013), tiene una alta capacidad de resistir una amplia variedad de hábitats y es de fácil reproducción, además de darle un uso a una especie introducida como es *G. atripinnis*.

3. Antecedentes

Con la cooperación de la delegación de Xochimilco, en noviembre de 1994 se firmó un convenio con la UAM-X para la operación del CIBAC el cual se localiza a un costado de la pista Olímpica de Remo y Canotaje “Virgilio Uribe” (UAM, 2017).

El CIBAC al adquirió el compromiso de dirigir sus actividades a la resolución de la problemática ecológica y social de la Zona Lacustre de Xochimilco (ZLX), en noviembre de 1999, autoridades del DF donaron 1.2 hectáreas de terreno e instalaciones para que por medio de docencia especializada en el área acuícola y agrícola realice actividades para la investigación científica con el objetivo de mejorar servicios comunitarios aunado a programas de rescate ecológico del hábitat, y repoblación de especies endémicas y nativas. (UAM, 2017).

De los programas que imparte el CIBAC, los más importantes están dirigidos principalmente a la preservación de la flora y la fauna endémica, con este objetivo se implementó la construcción de 16 estanques circulares a cielo abierto; seis de 6 metros de diámetro y diez de 3 metros con la finalidad de tener un buen manejo y cultivo de especies nativas y endémicas de la zona la custrre de Xochimilco (UAM, 2017).

Se firmaron convenios con la entonces Delegación Xochimilco para realizar investigaciones sobre la contaminación de la ZLX para la depuración de agua en el CIBAC y un convenio con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para financiar proyectos para la construcción de la unidad de manejo y Producción del ajolote *A. mexicanum* en apoyo a las comunidades rurales.

El CIBAC se conforma principalmente por la cooperación de diversos investigadores y alumnos de distintas áreas de conocimiento por lo que es importante estudiar y difundir las diferentes problemáticas que la Zona Lacustre de Xochimilco (UAM, 2017).

4. Ubicación geográfica

El CIBAC se encuentra ubicado en la Delegación Xochimilco de la Ciudad de México (Semanario de la UAM, 2016), en el Barrio de Cuemanco al costado oriente de la pista Olímpica de Remo y Canotaje “Virgilio Uribe” (Sánchez, 2014), dentro del Área Natural

Protegida de los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, entre los 19°16'54'' N y 99°06'11''O. (Fig. 1).

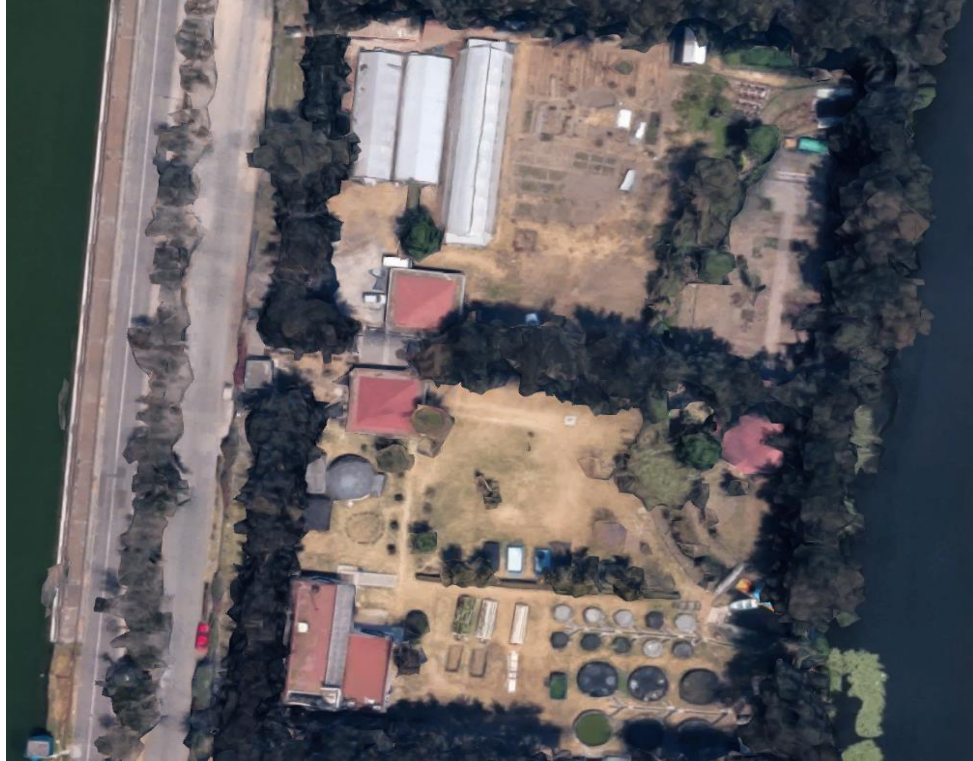


Fig. 1 Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco

5. Objetivo General del proyecto

El objetivo principal de CIBAC es apoyar a la conservación de la Cuenca de Xochimilco y su Patrimonio Natural y Cultural, mediante el trabajo interdisciplinario y preservación de la cultura, con énfasis en la conservación y aprovechamiento sustentable de especies nativas y endémicas en riesgo o en peligro de extinción y su hábitat en beneficio de la comunidad. Una de estas especies amenazadas es el ajolote *A. mexicanum*.

6. Fundamento de las Actividades

Los hábitos alimenticios de los anfibios, como los anuros y urodelos, son de tipo generalista oportunista y se alimentan de artrópodos, crustáceos, anélidos y pequeños vertebrados (Solé y Rödder, 2017; Browne, 2009). Se sugiere que *A. mexicanum* se alimente con insectos silvestres, sin embargo, muchos de los insectos son altos en lípidos y bajos en proteína por

lo que en géneros como *Ambystoma*, *Litoria*, y *Dyscophus* pueden presentar obesidad debido a su sedentarismo y requerimientos nutricionales necesarios. (Browne, 2009).

Mena y Servín (2014) mencionan que en la fase juvenil *A. mexicanum*, bajo condiciones de laboratorio, es alimentado con *Artemia salina*, alevines, *Tubifex*, alimentos peletizados, lombriz de tierra y pequeños trozos de carne, mientras que los adultos pueden recibir una dieta muy variada como peces pequeños (charales y alevines), acociles, tubifex, lombrices de tierra, tenebrios, pequeños trozos de carne de res o pollo, grillos, o incluso pellets comerciales. Aunque no se tiene determinado con exactitud los requerimientos nutricionales de los ajolotes se recomienda una dieta basada principalmente en presas completas para evitar deficiencias nutrimentales. Browne (2009) menciona que el tamaño del alimento que consume *A. mexicanum* y la frecuencia con la que la consume dependerá de su actividad estacional y ciclo reproductivo.

Castro *et al.* (2009) menciona que el alimento vivo al no descomponerse no altera la calidad del agua además de cumplir con las necesidades nutricionales para los organismos. La alimentación con peces forrajeros es una alternativa viable puesto que son herbívoros de tallas pequeñas (<1000mm), se reproducen con facilidad (Ramírez, 2013) y satisfacen las necesidades nutrimentales de sus depredadores (Guènette, 2014). En la tabla 1 se muestran los nutrientes principales que contiene el pescado fresco según la FAO; estos valores se corresponden con lo reportado por Brown (2009) para los requerimientos nutrimentales de diferentes especies de anfibios.

Tabla 1.- Comparativa de los valores nutricionales aportados por peces frescos y los requeridos por diferentes anfibios.

	% de pescado fresco	% requerido por diferentes especies de anfibios
Proteínas	16 - 21	30
Lípidos	0,2 - 25	16 - 22
Carbohidratos	< 0,5	13.5

Zambrano (2004) menciona que *G. atripinnis* podría ser parte de la dieta de *A. mexicanum*. Este pez, conocido como tiro, fue introducido en la zona lacustre de Xochimilco. Las especies del género *Goodea* son herbívoras, se alimentan principalmente de fitoplancton, alga

filamentosa y detritus (Ramírez, 2013). *G. atripinnis* tiene la capacidad de resistir una amplia variedad de hábitats y es de fácil reproducción siendo una buena opción como cultivo de apoyo para complementar y/o sustituir el alimento inerte, ayudando a la mantención de la colonia de *A. mexicanum* de la UMA-CIBAC.



Considerando que el objetivo de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco es formar biólogos cuyas habilidades, competencias y conocimientos les permitan participar en el diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales, es pertinente la participación de los egresados en los centros de investigación y conservación de especies como es el caso de CIBAC, con la idea de que adquieran herramientas metodológicas y de divulgación científica, además de que pongan en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica y coadyubar en las estrategias de conservación de especies prioritarias como *A. mexicanum* a través de la implementación de dietas adecuadas para la especie.

7. Especificación las actividades desarrolladas

1 -Captura de peces:

Se colocaron trampas para peces forrajeros en diferentes zonas del canal aledañas al CIBAC. Los peces capturados se pasaron a peceras adaptadas donde a los peces se les dio

tratamiento para eliminar posibles enfermedades para posteriormente pasarlos a estanques y reproducirlos. Se tuvo dos capturas en los meses de julio y agosto respectivamente.

2 – Reproducción (peces):

Se capturaron un total de 60 peces obteniendo 27 machos y 33 hembras. Estos fueron repartidos por partes iguales en 3 piletas de 1m³. Según Silva (2016) dice que en el caso de *G. atripinnis* se sugiere tener un macho por cada hembra de tamaño similar para garantizar el cortejo y la fecundación.

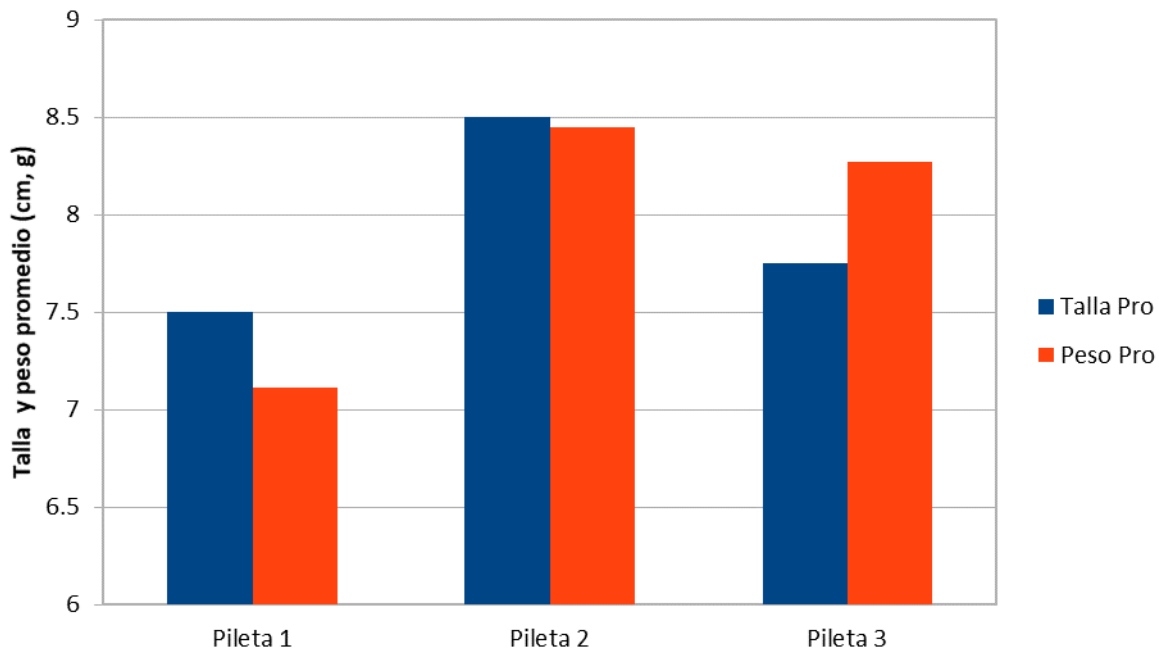
Los machos y hembras establecidos en las piletas uno, dos y tres iniciaron con una longitud promedio de 7.47 ± 1.59 , 8.32 ± 1.69 y 8.02 ± 1.23 cm respectivamente.

A los 68 días de iniciado el cultivo se observó la presencia de crías en los estanques, en la realización de la biometría se contabilizaron 300 crías en total (tabla 2).

Tabla 2.- Número de crías obtenidas por lote de reproductores y la obtención de la fecundidad promedio de cada pileta.

Primer Conteo	Pileta 1	Pileta 2	Pileta 3
Machos	8	9	9
Hembras	10	11	11
Total	18	20	20
Crías	78	126	96
Fecundidad Promedio por lote	7.8	11.45	8.73

Las crías obtenidas por hembra para la pileta 1 fue de 11 mientras que para las piletas 2 y 3 fue de 8 y 9 respectivamente. Silva-Santos et al. (2016) reportan que *G. atripinnis* puede alcanzar la primera reproducción entre los 42.8 y 48.9 mm, mientras que las hembras pueden producir crías entre los 46 y 72 mm. En este trabajo el mayor número de crías promedio por hembras se encontró en la pileta dos, con una talla promedio de las hembras de 8.5 cm y un peso de 8.4 g (Gráfica 2). Esta relación de peso y talla mayor en el estanque dos podría explicar la cantidad de crías que se obtuvieron.



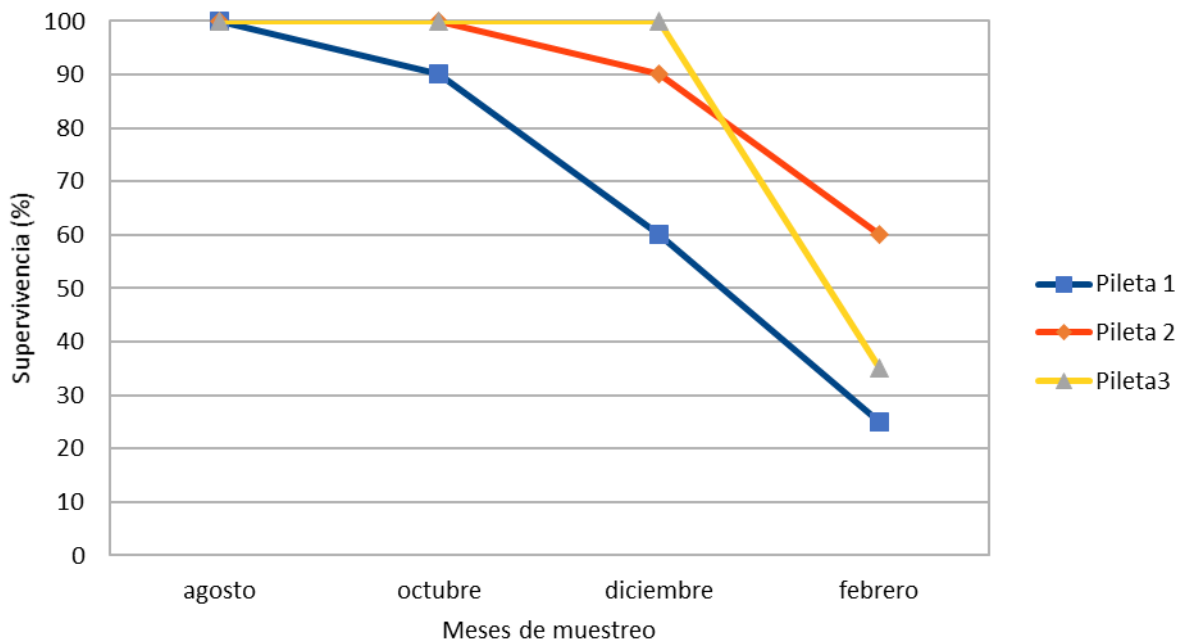
Grafica2.- Talla y peso promedio (cm,g) de *G. atripinnis* por pileta

Los alevines obtenidos de *G. atripinnis* en un periodo aproximado de 3 meses alcanzaron una longitud de 3 cm teniendo un tamaño adecuado para la alimentación de ajolotes adultos.

3 -Mantenimiento de estanques:

Una vez al mes se limpiaron los estanques, dependiendo de la calidad del agua. Se implementaron sistemas de filtrado en cada estanque. Al momento de limpiar el estanque fue importante vaciar un máximo de $\frac{3}{4}$ partes de este, para que los peces puedan continuar alimentándose del forraje.

Con relación a los parámetros de calidad del agua se pudo observar que para el caso de la temperatura se observaron variaciones a lo largo del experimento, ya que al inicio en el mes de agosto se tenía una temperatura de 18°C y fue disminuyendo hasta los 8 °C en diciembre afectando la sobrevivencia de los peces y en la reproducción ya que durante todo el experimento solo se tuvo un evento reproductivo (Gráfica 3).



Gráfica 3.- Supervivencia de peces por bimestre

8. Impacto de las actividades

Una de las principales actividades del CIBAC es la conservación del *A. mexicanum*, por esto las condiciones en las que se encuentra deben ser lo más parecidas a su medio natural. Esto va desde el espacio en el que se encuentran hasta el alimento que reciben. La implementación de sistemas de cultivo de alimento vivo a una mayor escala puede complementar y quizás hasta sustituir la compra de alimento como tubifex para *A. mexicanum*.

El cultivo de *G. atripinnis* como alternativa de alimento vivo en el CIBAC resulta una buena opción dado que para la manutención y reproducción de estos organismos no se requiere del suministro constante de alimento peletizado ya que es un organismos forrajero que puede aprovechar la producción primaria de los estanques de cultivo, no requieres de cuidados especiales para su reproducción y cumple con las necesidades nutricionales de *A. mexicanum*, dando un uso a *G. atripinnis*, que es una especie introducida y sin importancia comercial.

10. Aprendizaje

A lo largo de la estadía en el CIBAC se implementaron técnicas experimentales de piscicultura para la obtención de alimento vivo como *G. atripinnis*. Relacionando con el módulo V Historias de vida; se capturaron reproductores de *G. atripinnis*, para establecer un lote de pie de cría, para esto se deben tomar en cuenta diferentes factores como es la estación anual en la que ocurre la reproducción, que depende de los factores ambientales como la temperatura, que influye directamente con los ciclos reproductivos y la alimentación. A su vez se relacionan conocimientos del módulo VII de producción primaria, los productores primarios son la base para que la cadena trófica inicie la circulación de energía y nutrientes, obteniendo materia orgánica de materia inorgánica a través de procesos fotosintéticos, siendo principalmente algas o fitoplancton. La biomasa que se obtiene de estos productores primarios es consumida por organismos conocidos como productores secundarios los cuales se estudian durante el módulo VIII, estos también son conocidos como consumidores como es *G. atripinnis* el cual es una especie con ámbitos forrajeros, la biomasa de algas y fitoplancton consumida por los productores secundarios se ve reflejada en el tamaño de los individuos y su población, estos a su vez pueden alimentar a los depredadores como son los ajolotes. Para tener un buen manejo de cultivo de *G. atripinnis* se deben obtener diferentes biometrías de los organismos, ya que estos nos pueden dar una estimación del crecimiento de la población, determinar si están en edad reproductiva, la salud que tienen los organismos y especialmente el tamaño adecuado para alimentar al ajolote.

Las importancias del alimento vivo para los organismos acuáticos cultivados son indispensables para el buen estado de salud y reproducción, como el ajolote, pero sobre todo el aprovechamiento de una especie invasora para alimentar estos organismos resulta provechoso para el medio y el CIBAC.

11. Referencias

Browne R.K. (2009) Amphibian diet and nutrition. Royal Zoological Society of Antwerp, Belgium. Disponible en <http://portal.isis.org/partners/AARK/ResearchGuide/Amphibian%20husbandry/Amphibian%20diet%20%and%20nutrition.pdf>

Castro B.T., Lara A.R., Castro G., Mejía., Castro M. J., Malpica A.S. (2003) Alimento vivo en la acuicultura. Departamento El Hombre y su Ambiente. División de CBS. UAM Unidad Xochimilco. 48, 27-23

Chaparro H., Nandini S., Sarma S.S.S. (2013) Effect of water quality on the feeding ecology of axolotl *Ambystoma mexicanum*. Laboratorio de Zoología Acuática, División de Investigación y Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus UAM Iztapalapa. J. Limnol., 72(3): 555-563

E. Woynarovich, L.Horváth (2018) Propagación artificial de peces de aguas templadas: manual para extensionistas. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s05.htm>

Guénette S., Melvin G., Bundy A. (2014) A review of ecological role of forage fish and management strategies. Fishing and Ocean Canada, pp 1-4.

Keneth D. C. (2009) Amphibian Ecology and Conersevation a hand book of techniques: "Dietary assessments of adult amphibians" en Solé M., Rödder D., eds. Dietary assessments of adult amphibians. Oxford Biology, pp. 167-169

Kingston DIL (1979) Behavioral and morphological studies of the Goodeid genus Ilyodon, and comparative behavior of the fishes of the family *Goodeidae*. Unpubl., PhD. Thesis submitted to The University of Michigan.

Mena G. H., Servín Z. E. (2014) Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) México DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 18-24

Mendoza G (1962) The reproductive cycles of three viviparous teleosts, *Allophorus robustus*, *Goodea luitpoldii* and *Neophorus diazi*. The Biological Bulletin 123 : 351-365. DOI:10.2307/1539280

Orbe-Mendoza AA, Acevedo-García J, Lyons J (2002) Lake Patzcuaro fishery management plan. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12:207-217. DOI:10.1023/A:1025087705940

Ramírez H.J.P. (2013) Ecología trófica de *Cyprinus carpio* y su relación con la estructura comunitaria de peces del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Norte. La Paz, Baja California. Pp 3-42

Silva-Santos.J.R., Martínez-Saldaña.M.C., Rico-Martínez.R., Gómez-Márquez.J.L (2016) Reproductive biology of *Goodea atripinnis* (JORDAN, 1880) (Cyprinodontiformes: Goodeidae) under controlled conditions. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, April - 2016; Volume – 4(2) ISSN No. 2320 – 8694

Solé M., Rödder D. (2017) *Anphibian Ecology and Conservation a handbook of techniques* Dietary assessments of adult amphibians Universidad Estatal de Santa Cruz, pp 167-169

UAM-X (2017) Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) recuperado de <http://www2.xoc.uam.mx/investigacion/cibac/quienes/>

Zambrano G.L., Reynoso L., V.H y Herrera G. (2004) Abundancia y estructura poblacional del axolotl (*Ambystoma mexicanum*) en los sistemas dulceacuícolas de Xochimilco y Chalco. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Biología Departamento de Zoología Colección Nacional de Peces. Informe final de proyecto AS004