



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

Título

**Uso de residuos de café para la promoción de zooplancton como
alimento natural *in situ* y su efecto en el crecimiento de *Puntius conchoni*
cultivado en Biofloc**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Nombre

MARIEL BULNES GÓMEZ

Matrícula

2133025744

ASESORA

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

Ciudad de México, D.F.

Septiembre, 2019

Resumen

Este proyecto se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco de Enero a Julio del 2018 con el objetivo de evaluar el efecto de los residuos del café en la promoción de zooplancton como alimento natural *in situ* y su efecto en el crecimiento de *Puntius conchonus* cultivado en Biofloc.

Para el experimento se diseñó un sistema del tipo macrocosmo (Wasiolesky *et al.*, 2006; Emerenciano *et al.*, 2011), en el cuál se utilizaron seis cilindros con movimiento continuo y suspensión de partículas, en cada uno de éstos, se colocaron 20 ejemplares de la especie *P. conchonus* de una longitud de 5.0 ± 0.95 cm y un peso promedio de 4.2 ± 1.08 g., a las cuales se les suministró alimento diariamente, además de un aporte controlado de residuos de café para mantener una relación C/N: 20:1, según lo recomendado por Emerenciano (2012). Una vez por semana se evaluaron los parámetros de calidad del agua por espectrofotometría con un autoanalizador HANNA Aquaculture Photometer (HI83203) de acuerdo con los métodos estándar de HANNA (HANNA Company, 2003). Se tomaron muestras de agua para la observación e identificación taxonómica de los organismos asociados a los flóculos microbianos, también una vez por semana. Aunado a lo anterior, cada 15 días se realizó una medición y pesado de 10 organismos de cada uno de los cilindros de experimentación (tomados al azar), y diariamente se contabilizaron los organismos muertos para obtener el porcentaje de sobrevivencia en este medio. Finalmente, se creó una base de datos en Excel XP para obtener la estadística descriptiva y posteriormente se efectuó un análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre tratamiento.

Palabras clave: Acuicultura, Biofloc, Café, Zooplancton, *Puntius conchonus*.

Índice	
Marco Institucional	4
Introducción	4
Antecedentes del proyecto	5
Ubicación Geográfica	7
Objetivo del Proyecto	7
Especificación y Fundamentos de las Actividades Desarrolladas	7
Diseño experimental y Condiciones del Cultivo	7
Valoración de la calidad del agua y Sólidos Sedimentales	8
Identificación de plancton asociado al Biofloc	8
Estimación de los parámetros de rendimiento	8
Análisis estadístico	8
Impacto de las actividades del servicio social	9
Actividades y habilidades obtenidas durante el servicio social	9
Fundamento de las actividades del servicio social	9
Referencias	11

1. Marco Institucional

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco se diseñó en 1974 por un grupo de profesores del Departamento El Hombre y su Ambiente con un interesante y novedoso enfoque que respondía a la práctica emergente de la profesión al inicio de esa década: el manejo de los recursos naturales renovables. El perfil emergente del biólogo que dirige su aprendizaje y aplicación del conocimiento a los seres vivos vistos desde la perspectiva de “recursos naturales” era algo único de la UAM Xochimilco cuando se creó la Licenciatura y que se mantienen hasta nuestros días. El objetivo general de la licenciatura en Biología es Formar profesionales creativos y críticos capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, estrategias de manejo de los recursos naturales bióticos con base en metodologías propias de las Ciencias Biológicas (<http://www.sieee.uam.mx>, 2011).

2. Introducción

El crecimiento de la acuicultura en todo el mundo siempre implica la expansión de las áreas cultivadas, granjas de cultivo de mayor tamaño, mayor densidad de individuos en los cultivos y la utilización de recursos alimenticios a menudo producidos fuera del área inmediata. A nivel mundial, la acuicultura ha aumentado su impacto social y económico a través de la producción de alimentos, la contribución a los medios de subsistencia y la generación de ingresos (FAO, 2011).

México se identifica como un país con gran potencial de desarrollo acuícola debido a su clima y recursos naturales, el desarrollo de la acuicultura ha estado enfocado principalmente a unas cuantas especies, entre las que destacan por interés las siguientes: camarón, ostión, carpa, bagre, trucha y tilapia. *Puntius conchonius* es una especie ampliamente cultivada en México debido a su facilidad de reproducción, crecimiento rápido, tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales, resistencia a enfermedades, buena conversión alimenticia, además de su fácil manejo (Yuan *et al*; 2010; Gómez Ponce *et al*; 2011).

Esta especie puede ser cultivada en diferentes medios tales como: jaulas, tanques, estanques, lagunas, reservorios o represas, canales de riego, etc., siendo los estanques el medio más común. Por lo general se le utiliza a este organismo para monocultivo, aunque también se ha utilizado en policultivo (Savedra, 2003).

En cualquier proceso de producción en acuicultura intensiva el mayor costo en la producción es la alimentación, con la desventaja que un 60% del alimento que se suministra no es aprovechado por los organismos, causando que compuestos como fósforo, carbono y nitrógeno, entre otros, permanezcan en el agua como materia suspendida, o como químicos disueltos o son expulsados del sistema mediante la gasificación o el recambio del agua, contaminando otros cuerpos de agua y suelos cercanos, ocasionando pérdidas económicas a los productores (Gutierrez-Wing y Malone, 2006).

Debido a esto se ha buscado desarrollar nuevas tecnologías que permitan mitigar el impacto ambiental en la producción de los peces, dentro de estas nuevas tecnologías está la de suspensión activada, también llamada sistema de cultivo “Biofloc” que es una de las alternativas para evitar los impactos negativos de la acuicultura tradicional. Se trata de una propuesta desarrollada en la década de los 70, basada en comunidades microbianas que ayudan a minimizar o evitar los recambios de agua y además producir, como beneficio adicional, proteína microbiana que puede ser utilizada como alimento (Avnimelech, 2006).

Ya que el Carbono termina siendo un elemento limitante para el desarrollo de la biomasa bacteriana y la formación de los bioflóculos se realizan aplicaciones periódicas de una fuente rica en carbón, como lo es el café. El café como bebida, proviene de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta del café que se cultiva principalmente en países tropicales y subtropicales. El café diluido es una de las bebidas más demandadas en todo el mundo, esto debido no solo a su sabor, si no a su conformación química estructural. Gareca y colaboradores (2014) mencionan que el café, químicamente se compone de agua y materia seca. La materia seca de cada grano de café está constituida por sustancias orgánicas como: carbohidratos, lípidos, proteínas, alcaloides (cafeína y la trigonelina), ácidos carboxílicos, ácidos fenólicos y también por compuestos volátiles que le dan aroma, sin embargo, también aporta energía y minerales muy importantes para los procesos metabólicos de los seres vivos. El aporte nutricional de 2 g de café es de 2 kcal, además de 1 mg. de sodio (Na), 2 mg. de calcio, 0.1 mg de hierro (Fe), 4 mg de fósforo (P) y 36 mg de potasio (K) estando constituido el medio por 98% de agua (Gareca, 2014).

Por lo tanto, en esta investigación se busca aprovechar los aportes de esta fuente de Carbono, la cual diariamente es desechada en grandes cantidades, y así, evaluar el crecimiento en talla y peso de los organismos de *P.conchoni*., su relación con la sucesión ecológica y sus aportes nutricionales en el sistema biofloc.

3. Antecedentes del proyecto

El proyecto de servicio social se inserta dentro del proyecto de investigación: La tecnología “biofloc” como una alternativa para el cultivo de especies acuáticas de agua dulce o marina endémicas, nativas y de ornato, en el que mi asesora interna es participante. Dicho proyecto fue aprobado por Consejo divisional en su sesión 459 de junio de 2014 y actualmente se encuentra en Consejo Divisional para su actualización.

En proyecto se origina debido a que en acuicultura se requiere el desarrollo de sistemas de producción más sustentable, con menor uso de recursos y menor impacto ambiental. La tecnología Biofloc, actualmente es considerada como una de las más eficientes en el ahorro de agua, alimento y desechos contaminantes, sin embargo, está en pleno desarrollo y se requiere hacer mucha investigación relacionada a todos los organismos asociados a los flóculos que sirven como alimento a las especies cultivadas.

- Emerenciano *et al.* (2013), llevaron a cabo una revisión de la aplicación de la tecnología Biofloc en acuicultura. Destacan que trae una ventaja evidente sobre el consumo mínimo y liberación de agua, reciclaje *in situ* de nutrientes y materia orgánica. Además, se reduce la introducción de patógenos, y mejora la bioseguridad agrícola. Estas cualidades hacen de la tecnología de biofloc una alternativa a la acuicultura extensiva.
- Kuhn y Lawrence (2012), mencionan que la tecnología biofloc puede considerarse como un cultivo sostenible, ya que si se implementa dicha tecnología *in situ* puede resultar más favorable en cuanto a la mitigación directa de los residuos de nitrógeno y es favorable con respecto a la energética microbiológica, pero requiere una alta demanda de oxígeno. Por el contrario si se realiza *ex situ* puede tener un mejor control de perfiles nutricionales y suplementación, pero la desventaja es que resulta más compleja y costosa su implementación.
- Castro-Nieto *et al.* (2012), evaluaron la abundancia de zooplancton de la tecnología Biofloc en un sistema acuícola, analizando la proteína bruta, carbohidratos, estrato etéreo de lípidos y fibra bruta. Obtuvieron varias conclusiones en las que destaca un gran aprovechamiento de los nutrientes por parte de las comunidades microbianas en el biofloculo y los beneficios que esto conlleva como es el crecimiento de la población y el ahorro de alimentos como la harina de pescado.
- Castro *et al.* (2013), evaluaron el crecimiento en peso y longitud de *O. niloticus* en un sistema de biofloc usando como fuente de C, melaza. Usó 1250 ejemplares registrando como medidas iniciales promedio 110.2 g, 17.8 cm y como medidas finales 826.5 g y 32.7 cm, demostrando la eficacia de este sistema en la producción de *O. niloticus* y la protección del medio ambiente de los desechos generados en la acuicultura.
- Widanarni y Maryam (2012) evaluaron la densidad de peces en 2 estanques y concluyeron que la aplicación biofloc parece influenciar la calidad del agua y el desarrollo en la producción e peces. La información confirma que en otros estudios donde hubo mucha producción de peces hubo poco sobrevivencia. Sin embargo se sugiere intentar con especies de un solo sexo para evitar la reproducción pues altera los beneficios.
- Watanabe *et al.* (1983) demostraron el excelente valor nutricional de varios organismos zooplanctónicos (Rotíferos, copépodos cladóceros y anfipodos) cultivados, evaluando la composición química proximal promedio de varios organismos zooplanctónicos y utilizados en la alimentación de organismos acuícolas.
- Sun *et al.* (2010) probaron el efecto positivo de la utilización de refugios de zooplancton en encierros para cultivo de tilapia a dos densidades, encontrando una mejora muy significativa en crecimiento, supervivencia y biomasa, en las tilapias cultivadas a menor densidad con refugios de zooplancton, en comparación con las que no los tuvieron. A densidades altas no hubo diferencias significativas.

- Yan Fang Wei *et. al* (2016), documentaron como las diversas fuentes de carbono afectan la calidad del sistema biofloc. Utilizaron glucosa, almidón y glicerol, teniendo un contenido de diferentes biomoléculas por fuente de C., también demostraron la dominancia de *Proteobacteria* y *Bacteroidetes* en los 3 sistemas. Concluyeron que la calidad del sistema depende de la fuente de C y que dicha fuente puede afectar la composición nutricional y microbiana.

4. Ubicación Geográfica del Proyecto

Las actividades de servicio social se llevarán a cabo en el laboratorio de Análisis de Alimento Vivo para la Acuicultura (DEHA), de la Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco, localizada en Calzada del Hueso 1100, colonia Villa Quietud. Delegación Coyoacán. C.P. 04960.Ciudad de México.

5. Objetivo del proyecto

Evaluar el efecto de prebióticos, probióticos y simbióticos en el bienestar y producción de peces (*Oreochromis* sp., *Puntius* sp., *Carassius* sp., *Poecilidos*); crustáceos (*Litopenaeus* sp., *Procambarus* sp. *Cherax* sp.) y anfibios (*Ambystoma* sp.) de importancia en la acuicultura.

6. Especificación y fundamento de las Actividades Desarrolladas según el Calendario propuesto.

Para el desarrollo del servicio social se desarrollaron las siguientes actividades, durante el periodo del mes de enero a julio del 2019, siguiendo lo propuesto en el calendario de actividades: al registro de este proyecto

a. Diseño experimental y condiciones de cultivo

En el primer mes se diseñó un sistema del tipo macrocosmo (Wasieliesky *et al.*, 2006; Emerenciano *et al.*, 2011), conformado por seis cilindros de plástico circulares de 90L de capacidad, con un difusor de aire en el centro para garantizar el movimiento continuo y la resuspensión de partículas. En cada cilindro se colocaron 20 ejemplares de la especie *P. conchonius* de una longitud de 5.0 ± 0.95 cm y un peso promedio de 4.2 ± 1.08 g. Se les suministró alimento comercial diariamente (Alimentos del Pedregal®, Toluca, Estado de México) con un contenido de proteína de 45% y un tamaño de partícula de 0.6-0.8 mm. La dieta se proporcionará al 10% de su masa corporal y ajustará la cantidad de alimento cada 15 días.

Para garantizar la formación de flóculos y el desarrollo de las comunidades microbianas en el sistema de cultivo, se buscó mantener una relación C/N=20:1 (Avnimelech, 2012), mediante el aporte controlado de residuos de café y el nitrógeno proveniente del alimento comercial; para lo cual se realizaron los cálculos de exigencia en el sistema según lo recomendado por Emerenciano (2012).

Esta actividad se realizó debido a que debíamos fomentar el crecimiento de una comunidad bacteriana para estimular una sucesión ecológica beneficiosa para los individuos y su entorno, y comparar las condiciones con los cilindros control.

b. Valoración de la calidad de agua y de sólidos sedimentables

La evaluación de los parámetros de calidad de agua se realizó una vez por semana. Se tomaron muestras de agua del macrocosmo y del lote testigo. La temperatura del agua (°C) y el pH se determinaron mediante un medidor de pH y temperatura pHep 4 marca Hanna (HI 98127), mientras que para el oxígeno disuelto (OD, ppm) se utilizó un medidor de oxígeno portátil e impermeable con microprocesador (HI9146). Se analizaron también los niveles de nitrógeno amoniacal total (TAN, mg/L), nitrito (NO₂, mg/L), nitrato (NO₃ mg/L) y fosfatos que se analizaron por espectrofotometría con un autoanalizador HANNA Aquaculture Photometer (HI83203) de acuerdo con los métodos estándar de HANNA (HANNA Company, 2003).

La evaluación fue necesaria para poder analizar las condiciones en las que se encuentran los organismos, tanto control como experimentales y así poder evaluar los niveles de productos químicos convenientes para la sucesión del ambiente de los organismos.

c. Identificación de plancton asociada al Biofloc

Para la observación y cuantificación de los organismos asociados a los flóculos microbianos se tomaron muestras de agua, las cuales se colocaron en portaobjetos para la observación en un microscopio óptico conectado a un programa de imágenes (Image® Pro Plus 7.0). Finalmente, la identificación taxonómica de los grupos de observadores se efectuó a nivel de género con ayuda de literatura especializada (Aladro-Lubel, 2009).

Esta actividad es básica y elemental para identificar y analizar las comunidades que se forman con la relación C/N y con base en la literatura y comportamiento de los organismos evaluar si es beneficiosa o no para los mismos.

d. Estimación de los parámetros de rendimiento

Para la evaluación del crecimiento cada 15 días se tomaron 10 organismos de cada uno de los cilindros de experimentación para ser medidos y pesados con una balanza digital OHAUS modelo Scout pro con una capacidad de 400g con precisión de 0.001g y un Vernier digital de 0.150 mm con precisión de ± 0.5 mm.

Diariamente se registró el número de los individuos muertos en cada unidad experimental, para obtener el porcentaje de sobrevivencia, lo cual es básico para poder evaluar las actividades que se mencionaron anteriormente y poder hacer la relación con las mismas.

7. Impacto de las Actividades Desarrolladas en el Servicio Social

Este trabajo contribuyó principalmente en mantener en mejores condiciones a los organismos, aportando nutrimentos que mejoran la salud de los mismos, además de que es sustentable ya que no requiere recambio de agua. Además de contribuir al conocimiento sobre técnicas de cultivo sostenibles y de alta producción aportando beneficios al medio ambiente y a los acuicultores ya que técnicas como el biofloc y los probióticos mejoran la sobrevivencia, crecimiento y respuesta da las enfermedades de las especies cultivadas, lo que incrementa la producción, reduce los costos y reduce el impacto ambiental generados por los efluentes acuícolas. Así como en el desarrollo de nuevas investigaciones, la creación y el mantenimiento de proyectos de maestría y doctorado, así como el bienestar y la reproducción de los organismos.

8. Aprendizaje y Habilidades Obtenidas

- Bajo la oportunidad de desarrollar el Servicio Social bajo este sistema, se adquirieron conocimientos sobre un método de cultivo sustentable, además de analizar las deficiencias de uno tradicional, lo cual abre posibilidades de trabajo en la carrera.
- Adicional a esto, descubrí características particulares de una especie desconocida para mí y pude entender mejor el desarrollo, crecimiento y producción de especies de ornato y de las condiciones de éstas en México.
- Mejoró el método de análisis químico, ya que las muestras de agua y los reactivos demandaban hacer todo con un margen de error casi inexistente, y esto exigió practicarlo con más detalle y enfoque a buenos resultados.
- La medición y peso de la especie me habilitó a un manejo correcto y ético de ésta, además de lograr hacerlo en un tiempo reducido, ya que debían ser extraídos de su medio natural.
- El manejo de datos estadísticos siempre había sido un reto para mi persona, y en esta ocasión al llevar a cabo todo el protocolo por mi cuenta, lo logré hacer sin mayor dificultad y llegué a un buen análisis de éstos.

9. Fundamento de las Actividades del Servicio Social

La licenciatura de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, tienen como objetivo formar profesionales creativos y críticos, capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar, con una perspectiva multidisciplinaria, estrategias de manejo de los recursos naturales bióticos con base en metodologías propias de las ciencias biológicas. En ese sentido es importante que los alumnos realicen servicio social dentro de los laboratorios de investigación de esta unidad, con la finalidad de que adquieran herramientas metodológicas y habilidades de investigación que les permitan desarrollarse en su

futuro profesional. En este sentido el laboratorio de Análisis Químico de Alimento del DEHA, me permitió como trabajadora social adquirir conocimientos de las metodologías para la implementación de sistemas de cultivo Biofloc, el monitoreo de parámetros fisicoquímico, el manejo del pez de ornato *P. conchonius*, el de la identificación de los grupos zoo planctónicos que se desarrollen. De este modo, aporté beneficios al laboratorio al generar información relevante para el mejor entendimiento de los sistemas de producción Biofloc. Debido a ello, los servidores sociales son parte clave en el desarrollo de la investigación ya que su ayuda contribuye al desarrollo y conclusión de proyectos comprometidos.

10. Referencias

- Aladro-Lubel M. 2009. Manual de protozoarios, 123 pp. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México, México.
- Avnimelech Y. 2006. Biofilters: the need for a new comprehensive approach. *Aquaculture Engineering*. 34:172-178.
- Avnimelech Y. 2012. Nitrogen Isotope: Tool to Evaluate Protein Uptake in Biofloc Systems. *Global Aquaculture Alliance*. Marzo/Abril 2012. 74-75 pp
- Castro N, Castro B, Lara A, Castro M. 2012. "Sistemas biofloc: un avance tecnológico en acuicultura", *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*, ISSN: en trámite. Vol.1 (1):1-6.
- Emerenciano M, ELC Ballester, RO Cavalli & W Wasielesky. 2011. Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International* 19: 891-901.
- Emerenciano M, Cuzon G, Goguenheim J, Gaxiola G, Aquacop. 2012 Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris*. *Aquac Res*. 44(1):75-85
- Emerenciano M, Gaxiola G. and Cuzon G. 2013. Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry. Capítulo 12, *Biomass Now – Cultivation and Utilization*. en: 16/11/2016.
- FAO. 2011. Desarrollo de la acuicultura. Enfoque ecosistémico a la acuicultura. No. 5, Supl. 4. Roma, Italia.
- Gareca O. S. et al, 2014, *Evaluación De Las Características Físico-Químicas De Calidad Del Café Verde Y Molido*, Ucla; Venezuela
- Gómez-Ponce, M. A., Granados-Flores, K., Padilla, C., López-Hernández, M., & Núñez-Nogueira, G.. (2011). Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa "Zimapán" Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 761-770
- Gutierrez- Wing M. y Malone R. 2006. Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquacultural Engineering* 34: 163-171.
- <http://www.sieee.uam.mx>, 2011. SIEE.UAM
- Kuhn D, Lawrence A, 2012. Opciones De Tecnología De Biofloc Para Acuicultura. *Sistemas In-Situ, Ex-Situ Mejoran Calidad De Agua, Proveen Nutrición*. *Revista global aquaculture the advocate* 15(4): 20-21.

- Savedra, M. A. (2003).- Introducción al Cultivo de Tilapia. Coordinación de Acuicultura, Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Mayo, 2003.
- Sun, W., Dong, S., Zhao, X., Jie, Z., Zhang, H., Zhang, L. (2010) Effects of zooplankton refuge on the growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and plankton dynamics in pond. *Aquacult Int.*, 18, 647–655.
- Wasielesky WJr, Atwood H, Stokes A, Browdy CL. (2006) Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*. 258:396–403.
- Watanabe, T., Kitajima, C., Fujita, S. (1983) Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. *Aquaculture*, 34, 115-143.
- Windanari; Ekasari, Julie; Maryam siti, 2012. Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis* sp. Cultured at Different Stocking Densities. **Hayati Journal of Biosciences**. 19.2 (73-80)
- YanFang Wei et. al, 2016, The effect of different carbón sources on the nutritional composition, microbial community and structure of bioflocs, *Aquaculture*, Volume 465, Pp 88-93
- Yuan D, Yi Y, Yakupitiyage A, Fitzimmons K, Diao J. 2010. Effects of additions of red tilapia (*Oreochromis spp.*) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks *Aquaculture*. 298: 226-238.