



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD DEPARTAMENTO DEL HOMBRE
Y SU AMBIENTE**

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**Informe de conclusión de servicio social por actividades relacionadas con la
profesión**

**Sustitución de la harina de pescado por harina de subproducto
avícola y su efecto en la supervivencia y crecimiento de
Oreochromis niloticus.**

QUE PRESENTA

Zavala Amezquita Abigail

Matricula
2202030860

Asesores

Dr. José Antonio Mata Sotres (44314)

Departamento El Hombre y su Ambiente. División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Dra. María del Carmen Monroy Dosta (28906)

Departamento El Hombre y su Ambiente. División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

México, CDMX

Enero, 2026

Resumen

La acuicultura intensiva enfrenta un desafío creciente debido a la fuerte dependencia de la harina de pescado como principal fuente proteica en las dietas formuladas, un recurso que ha alcanzado su máximo nivel sostenible de explotación, generando incertidumbre económica y presión ambiental. En México, el cultivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es estratégica para la seguridad alimentaria, sin embargo, los costos de alimentación representan hasta el 70% del gasto total de producción, haciendo indispensable la evaluación de insumos alternativos más sostenibles. El presente estudio analizó la sustitución de la harina de pescado por Harina de Subproducto Avícola (HSA) mediante cuatro dietas isoprotéicas con niveles de inclusión del 0%, 30%, 60% y 100%. Del mismo modo, se evaluaron parámetros de ganancia de peso, longitud, factor de conversión alimenticia, supervivencia e índices fisiológicos somáticos. Los resultados demostraron que las dietas con 0%, 30% y 60% de sustitución no presentaron diferencias estadísticas significativas en crecimiento, conversión alimenticia, ni supervivencia, manteniendo tasas de desarrollo constantes y eficientes durante todo el ensayo. Cabe resaltar que el desempeño del tratamiento con 60% de inclusión no compromete el rendimiento productivo. Por lo tanto, la harina de subproducto avícola se posiciona como una alternativa eficiente, sustentable y económicamente viable para sustituir hasta el 60% de la harina de pescado en dietas para juveniles de tilapia.

Índice

Resumen	2
Introducción	4
Marco institucional.....	5
Objetivos de las actividades realizadas	6
Descripción específica de las actividades desarrolladas	6
Descripción del vínculo de las actividades desarrolladas con los objetivos de formación del plan de estudios.....	12
Bibliografía.....	14

1. Introducción

La escasez de materias primas proteicas para el desarrollo de la acuicultura intensiva genera una creciente incertidumbre, ya que los principales insumos de las dietas formuladas para organismos acuáticos dependen de la harina de pescado, la cual proviene mayoritariamente de pesquerías pelágicas (Llanes y Toledo, 2011; Mata-Sotres et al., 2022). Según la FAO (2008), este recurso ha alcanzado desde hace más de una década su máximo nivel sostenible de explotación, lo que limita su disponibilidad futura. Esta situación ha impulsado el interés por identificar nuevas fuentes proteicas sostenibles, entre las cuales destacan los subproductos avícolas por su alto contenido de proteína de buena calidad (Mata-Sotres et al., 2022).

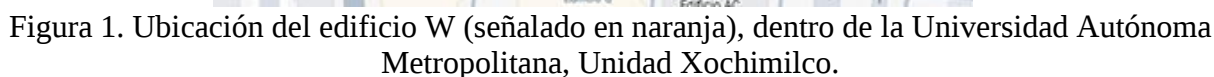
En México, la acuicultura se ha consolidado como una actividad estratégica por su creciente impacto económico, social y ambiental (SADER, 2021). En 2020, la producción pesquera y acuícola nacional fue de 1,950,011 toneladas, de las cuales el 18% correspondió a la acuicultura (CONAPESCA, 2020). Entre las especies cultivadas, la tilapia (*Oreochromis niloticus*) ocupa un lugar preponderante, representando cerca del 85% del cultivo total de organismos acuáticos a nivel mundial (Zimmermann, 2005; CONAPESCA, 2020).

Uno de los componentes clave para el éxito de la acuicultura intensiva es la formulación de dietas eficientes y balanceadas, tradicionalmente basadas en harina de pescado debido a su excelente valor nutricional y digestibilidad (Mendoza et al., 2000; Amaya et al., 2007). Sin embargo, el costo de los alimentos balanceados puede representar hasta el 70% de los costos totales de producción (Abimorad y Carneiro, 2004), lo que compromete la rentabilidad del sector. Además, la creciente demanda global de harina y aceite de pescado utilizados también en otros sectores como la industria de alimentos para mascotas ha intensificado la presión sobre los ecosistemas marinos (Abimorad y Carneiro, 2004). De acuerdo con la FAO (2020, 2022), alrededor del 20% de la pesca de captura se destina a la producción de estos insumos, lo que plantea preocupaciones serias sobre su sostenibilidad (Perón et al., 2010).

Ante este panorama, se han propuesto alternativas más sostenibles, como el uso de fuentes proteicas no convencionales como la harina de biofloc (Álvarez-Perdomo et al., 2023) y harinas derivadas de subproductos avícolas, como vísceras, plumas y restos procesados (Piñeros-Roldán et al., 2014). Estas alternativas podrían reducir significativamente la dependencia de

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar los efectos de la sustitución de la harina de pescado por harina de subproductos avícolas, como una alternativa rentable y sustentable para el cultivo de *O. niloticus*.

El servicio Social se realizó en el laboratorio de Análisis Químico de Alimento Vivo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, localizado en el 3er piso del edificio W. Localizado en Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, CP 04960, CDMX (Figura 1).



La licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco tiene como misión: “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.”

Visión

Su visión es: “Ser reconocida como modelo a seguir, tanto a nivel nacional como internacional, en la enseñanza de la biología de los recursos naturales y su gestión.

Compromiso social

El Departamento El Hombre y su Ambiente (DEHA), el cual se caracteriza por integrar áreas de investigación conformadas por académicos con perfil de profesor investigador. Estos académicos realizan actividades de investigación en líneas comunes, participan en la docencia a nivel de licenciatura y posgrado en áreas de su competencia, y colaboran entre sí y con pares externos a la UAM-X a través de redes interinstitucionales, nacionales e internacionales. Esta estructura facilita sus actividades académicas y promueve la difusión de la investigación.

4. Objetivos de las actividades realizadas

4.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de subproducto de la industria avícola en el desempeño y la supervivencia de *O. niloticus*.

4.2 Objetivos Particulares

- Formulación y elaboración de dietas con diferentes niveles de harina de subproductos avícolas.
- Determinar el efecto de la inclusión de harina de subproducto de la industria avícola en la calidad del agua.
- Determinar el efecto de la inclusión de harina de subproducto de la industria avícola en la supervivencia de los organismos experimentales.
- Determina el efecto de la inclusión de harina de subproducto de la industria avícola en el desempeño de los organismos.

5. Descripción específica de las actividades desarrolladas

- **Aclimatación de los organismos.**

Se utilizaron 168 organismos juveniles de *O. niloticus* con peso inicial promedio de 1.5 gr. Los organismos se distribuyeron en 12 tanques de 200 litros de manera aleatoria, con aireación constante y condiciones controladas de temperatura (27 °C). Durante el periodo de aclimatación los organismos se alimentaron con una dieta comercial (Tropical, slow sinking crumbles) con un 45% de proteínas y un 5% de lípidos.

- **Formulación y elaboración de dietas experimentales.**

La formulación y elaboración de las dietas experimentales se realizó considerando los requerimientos nutricionales específicos de *O. niloticus* (30% de proteína) (Tabla 1). Las dietas se elaboraron mediante mezcla homogénea de ingredientes secos, incorporación de aceite y posterior peletización según Peters y colaboradores (2009) (Figura 2).

Tabla 1. Composición porcentual (% base seca) de las dietas experimentales con 0, 30, 60 y 100% de inclusión de HSA.

Ingredientes	0%	30%	60%	100%
Harina de soya	20	16	13	5
Harina de pollo	0	15	30	50
Harina de pescado	30	20	10	0
Harina de maíz	20	20	16	9
Almidón	20	20	23	28
Grenetina	3	2	1	1
Vitaminas y minerales	2	2	2	2
Aceite de pescado	3	3	3	3
Aceite de girasol	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

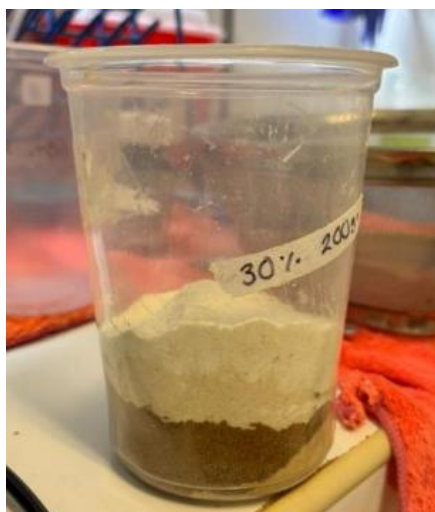


Figura 2. Ingredientes para la dieta de 30% de inclusión.

• **Efecto de la inclusión de harina de subproducto avícola en la calidad del agua y supervivencia**

El experimento se llevó a cabo en un sistema de cultivo de 12 tanques con una capacidad de 200 litros con aireación constante (Figura 3). Se utilizaron juveniles de *O. niloticus* con un peso inicial de 1.4 ± 0.6 g.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos experimentales y tres réplicas por tratamiento (4 tratamientos $\times$ 3 réplicas = 12 tinas). Cada unidad experimental se sembró con un número inicial de 15 organismos.



Figura 3. Tratamientos por réplica y toma de parámetros.

El experimento tuvo una duración de 8 semanas. En donde los peces fueron alimentados dos veces al día (09:00 y 16:00 h) con una ración diaria total del 5% de la biomasa estimada por

tina. La ración se ajustó con base en la biomasa calculada en las biometrías. Del mismo modo, se realizó un monitoreo diario de los parámetros fisicoquímicos del agua: temperatura (°C), amonio y pH. En donde el agua fue renovada parcialmente de forma periódica para mantener los niveles de amonio y nitritos dentro de rangos seguros para la especie. La mortalidad se registró diariamente en cada tina para el ajuste de la ración y el cálculo de la supervivencia final.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos registrados durante el estudio

Parámetro	Valor Promedio	Rango Registrado	Observaciones
Temperatura (°C)	26.8 ± 0.5	26.3 - 27.3	Estable mediante control ambiental.
pH	7.8 ± 0.4	7.4 - 8.2	Rango óptimo para la especie.
Amoniac (NH ₃)	Menor a 1.5 mg/L	0.0 - 3.0	Controlado por recambios de agua.
Oxígeno Disuelto	Saturación óptima 6 mg/L	N/A	Mantenido por aireación constante.

El crecimiento se monitoreó mediante cuatro biometrías durante la fase experimental. En cada biometría, se midió el peso individual (g) de los organismos de cada una de las réplicas utilizando una balanza digital con precisión de ± 0.01 g. Al finalizar el experimento, se calcularon la supervivencia (S), la ganancia de peso (GP), el factor de conversión alimenticia (FCA) y la tasa de crecimiento específico (SGR). Del mismo modo se midió el peso, la longitud estándar (LP) y los índices viscerosomático (IVS) así como el hepato-somático (IHS).

$$IVS(\%) = \left(\frac{\text{Peso de las vísceras (g)}}{\text{Peso total del pez (g)}} \right) \times 100$$

$$IHS(\%) = \left(\frac{\text{Peso del hígado (g)}}{\text{Peso total del pez (g)}} \right) \times 100$$

• Crecimiento de los organismos

Al finalizar el periodo experimental, los tratamientos de 0% y 30% presentaron los mayores valores de crecimiento. La curva de crecimiento del tratamiento de 60% se situó por debajo del

grupo de 30%, mientras que el tratamiento con 100% de inclusión registró el crecimiento más bajo en comparación con los demás grupos (Figura 4).

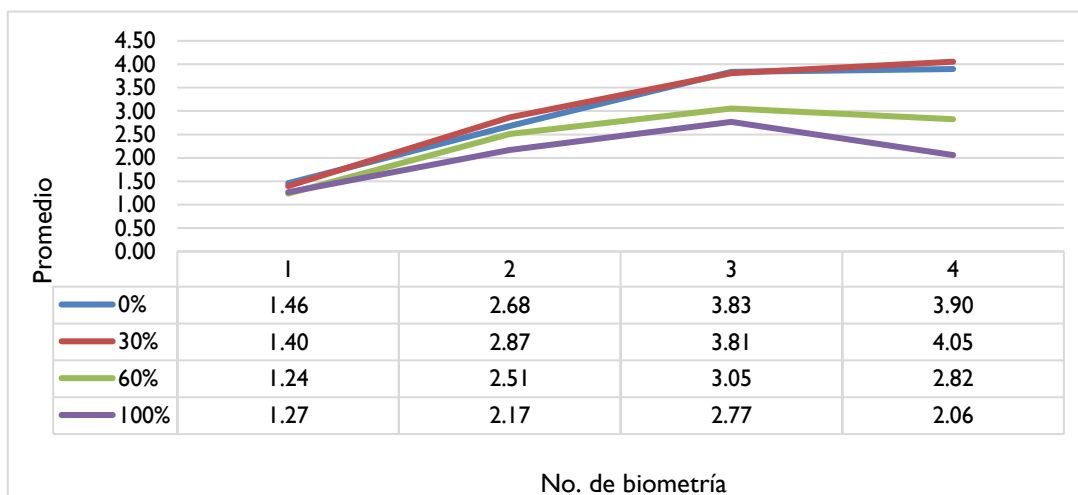


Figura 4. Crecimiento de juveniles de *O. niloticus* con distintos niveles de inclusión de HSA.

Ganancia de Peso

Se evaluó la Ganancia de Peso de la tilapia como el indicador principal del efecto de la dieta. En relación a la Ganancia de Peso, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$). Los tratamientos 0%, 30% y 60% se agruparon en el mismo grupo, indicando que la sustitución de hasta un 60% de la harina de pescado no afecta el crecimiento en peso. Mientras que el tratamiento con 100% de sustitución de HSA se ubicó en un grupo significativamente diferente, confirmándose como el tratamiento con menor crecimiento (Figura 5).

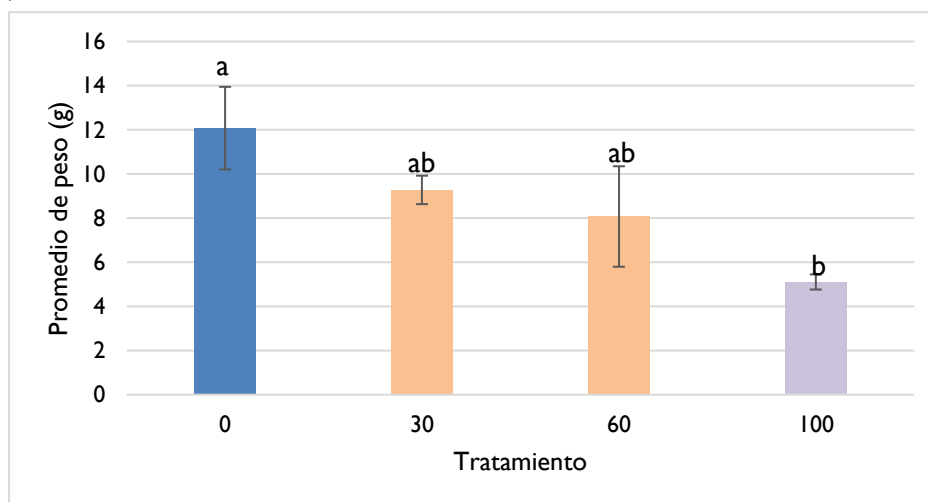


Figura 5. Ganancia de Peso (g) de juveniles bajo diferentes niveles de sustitución de harina de pescado por HSA.

El análisis de la longitud estandar mostró una tendencia a disminuir a medida que aumentaba la sustitución de HSA. Los tratamientos 0% y 30% fueron estadísticamente superiores ($p<0.05$). La dieta con 100% de sustitución resultó en la menor longitud, siendo significativamente menor ($p<0.05$) en comparación con los otros tratamientos. Cabe resaltar que la dieta con 60% de HSA no presentó diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos (Figura 6).

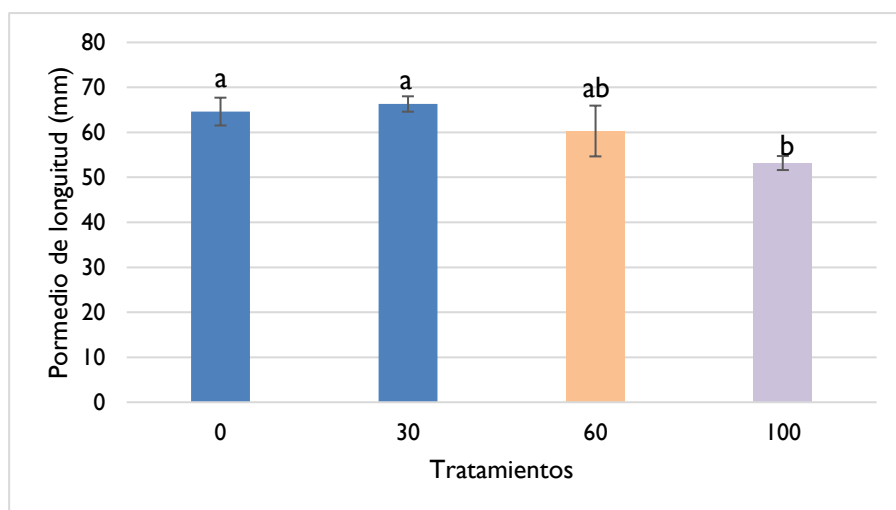


Figura 6. Longitud Promedio (mm) de juveniles alimentados con dietas con diferentes niveles de HSA.

Índices viscerosomáticos (IVS%) y hepatosomáticos (IHS%)

La proporción visceral se mantuvo similar y sin diferencias significativas en los tratamientos con 0%, 30% y 60% de sustitución de harina de pescado. Solo la dieta del 100% resultó en un IVS% significativamente menor, sugiriendo un menor desarrollo o acumulación de reservas energéticas en las vísceras para este grupo (Figuras 7 y 8).

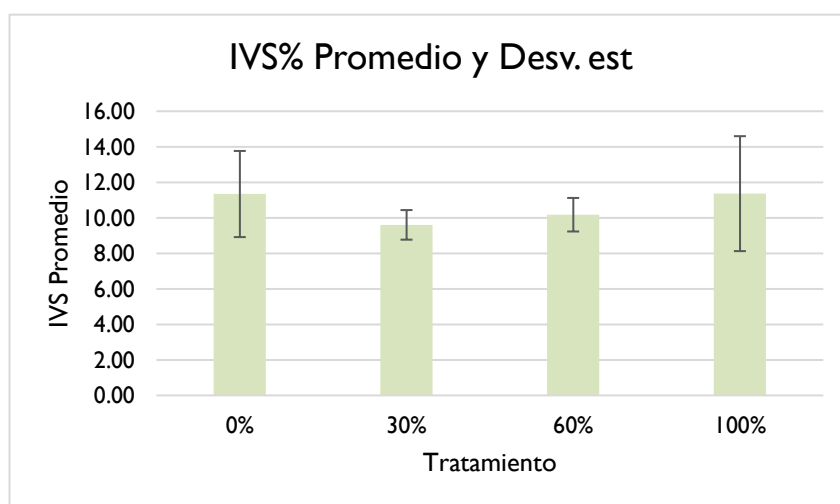


Figura 7. Índice Viscerosomático (IVS%) de los juveniles de *O. niloticus*.

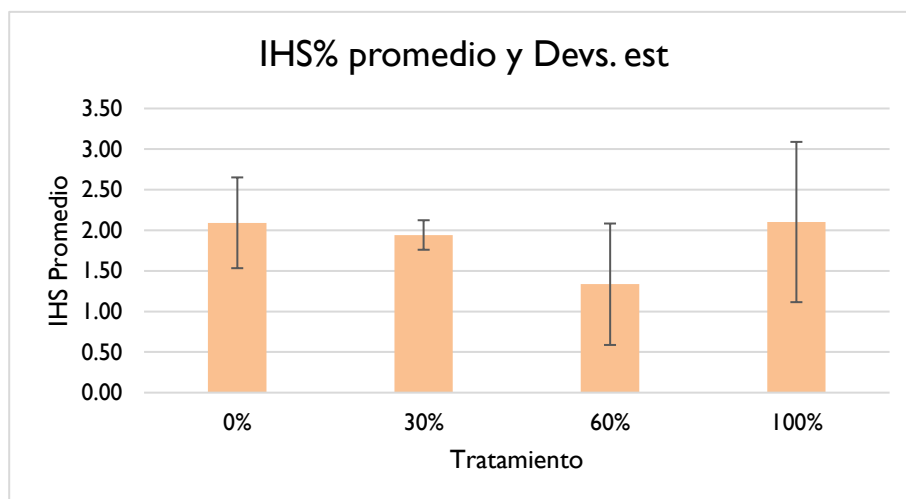


Figura 8. Índice Hepatosomático (IHS%) de los juveniles de *O. niloticus*.

Los índices somáticos (IVS e IHS) mostraron variaciones entre los tratamientos. El grupo con 100% de sustitución presentó el menor índice viscerosomático (IVS), mientras que el tratamiento de 60% registró el menor índice hepatosomático (IHS) en comparación con los demás grupos evaluados.

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

El presente proyecto, centrado en la evaluación de la sustitución de la harina de pescado por Harina de Subproducto Avícola (HSA) en la dieta de la tilapia, se alinea directamente con el Objetivo General de la Licenciatura en Biología de la UAM Xochimilco al formar profesionales capaces de realizar actividades científicas para desarrollar y evaluar estrategias de manejo de los recursos naturales bióticos. A través del establecimiento de un bioensayo con *Oreochromis niloticus*, se pusieron en práctica metodologías experimentales que permitieron transitar de la teoría a la praxis biológica. El monitoreo sistemático de variables como el crecimiento, la supervivencia y los índices somáticos (IVS e IHS) fomentó el desarrollo de un pensamiento crítico y analítico, capacidad fundamental para evaluar la viabilidad de nuevas dietas sin depender de suposiciones, basándose estrictamente en la evidencia obtenida mediante un diseño experimental riguroso.

Asimismo, la investigación abordó la necesidad crítica de encontrar alternativas sostenibles para la acuicultura (Álvarez-Perdomo et al., 2023), considerando que la tilapia representa un

recurso estratégico para la seguridad alimentaria en México (CONAPESCA, 2020). La actividad permitió integrar una perspectiva multidisciplinaria que vincula la nutrición animal, la fisiología digestiva y la química del agua. Al proponer el uso de la HSA (Mendoza et al., 2000) como sustituto de la harina de pescado, la cual es un insumo costoso y de disponibilidad finita (Llanes y Toledo, 2011; Mata-Sotres et al., 2022), el experimento cumple con el eje de formación crítico-social del plan de estudios. Esta formación busca ofrecer soluciones viables y de bajo costo que reduzcan la dependencia económica de insumos externos (Amaya y Rouse, 2007), contribuyendo directamente a la sustentabilidad y rentabilidad del sector. De esta manera, el proyecto integra la teoría ecológica con la resolución de problemas socioeconómicos concretos, cumpliendo cabalmente con el perfil de egreso profesional.

7. Bibliografía

- Álvarez-Perdomo, N., David-Ruales, C. A., & Collazos-Lasso, L. F. (2023). Inclusión de harina de biofloc en dietas para acuicultura: Una revisión. *Orinoquia*, 27(2), 3. <https://doi.org/10.22579/20112629.805>
- Amaya, E. A., & Rouse, D. B. (2007). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture*, 262, 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.015>
- CONAPESCA. (2020). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2020*. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>
- *Licenciatura en Biología*. <https://cbstmp.xoc.uam.mx/biologia/>
- Llanes, J., & Toledo, J. (2011). Desempeño productivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con la inclusión de altos niveles de harina de soya en la dieta. *Redalyc.org*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245015>
- Martínez, C. A., Chávez, M. C., Olvera, M. A., & Abdo de la Parra, M. I. (2019). Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. *Nutrición Acuicola*. [Falta información de publicación/editorial].
- Mata-Sotres, J. A., Flores-Salas, C., Skrzynska, A. K., Tinajero, A., Cavalheiro Araújo, B., & Viana, M. T. (2022). Lipid metabolism in juvenile of yellowtail, *Seriola dorsalis* fed diets containing different lipid levels. *Aquaculture*, 550, Artículo 737870. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737870>
- Mendoza, R., Aguilera, C., & Montemayor, J. (2000). Utilización de subproductos avícolas en las dietas para organismos acuáticos. En R. Civera-Cerecedo, C. J. Pérez Estrada, D. Ricque- Marie, & L. E. Cruz Suárez (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuicola* (pp. 398-439).
- Peters, R. R., Morales, A. E. D., Morales, S. N. M., Hernández, J. L. (2009). *Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de Lemna obscura como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (Oreochromis spp.)*. Laboratorio de Investigaciones Piscícolas (L.I.P.), Universidad del Zulia.
- Piñeros-Roldán, A. J., Gutiérrez-Espinosa, M. C., y Castro-Guerrero, S. R. (2014). *Sustitución total de la harina de pescado por subproductos avícolas suplementados con aminoácidos*

en dietas para juveniles de Piaractus brachypomus, Cuvier 1818. Instituto de Acuicultura de los Llanos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos.

https://www.researchgate.net/publication/319970331_Sustitucion_total_de_la_harina_de_pes_cado_por_subproductos_avicolas_suplementados_con_aminoacidos_en_dietas_para_juvenil_es_de_Piaractus_brachypomus_Cuvier_1818

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021, agosto 24). *Acuicultura en México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/acuicultura-en-mexico>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Acuicultura en México*.
- Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18,1998. La Paz, B.C.S., México.
- Universidad Autónoma Metropolitana, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. (s.f.).
- Urías-Sotomayo, R., y Maeda-Martínez, A. N. (2023). La producción de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en México como una alternativa para fortalecer la seguridad alimentaria nacional. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(62), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1322>
- Zimmermann, S. (2005). Reproducción de tilapias. Reproducción de peces en el trópico Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incode). Colombia: Imprenta Nacional de Colombia Editores.

8. Visto bueno



Dr. José Antonio Mata Sotres – UAM XOCHIMILCO

Núm. Económico: 44314

Departamento el Hombre y su Ambiente.

División de Ciencias Biológicas y de la Salud.



Dra. María del Carmen Monroy Dosta – UAM XOCHIMILCO

Núm. Económico: 28906

Departamento el Hombre y su Ambiente.

División de Ciencias Biológicas y de la Salud.