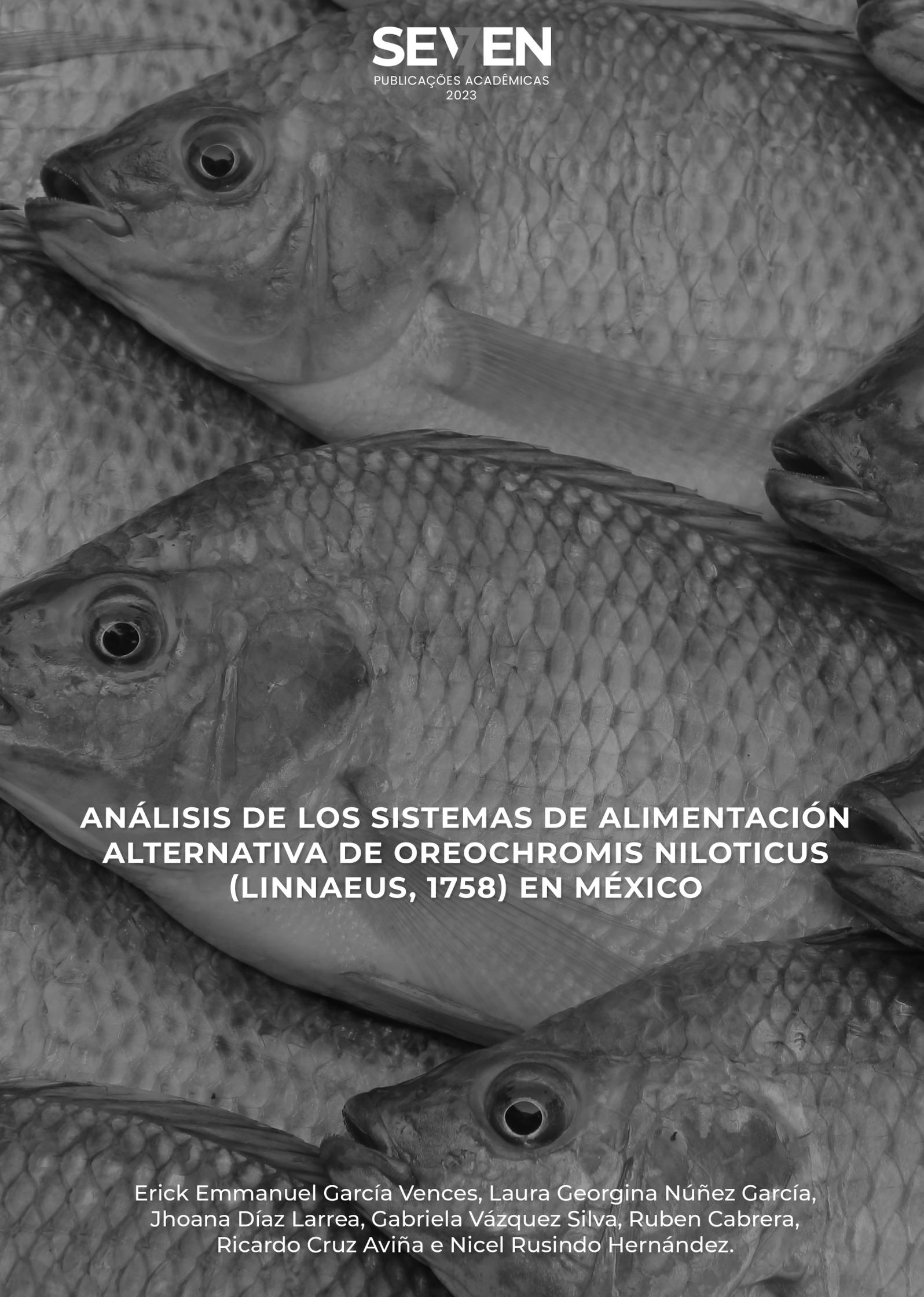


**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN
ALTERNATIVA DE OREOCHROMIS NILOTICUS
(LINNAEUS, 1758) EN MÉXICO**

Erick Emmanuel García Vences, Laura Georgina Núñez García,
Jhoana Díaz Larrea, Gabriela Vázquez Silva, Ruben Cabrera,
Ricardo Cruz Aviña e Nicel Rusindo Hernández.



SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2023

**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN
ALTERNATIVA DE OREOCHROMIS NILOTICUS
(LINNAEUS, 1758) EN MÉXICO**

Erick Emmanuel García Vences, Laura Georgina Núñez García,
Jhoana Díaz Larrea, Gabriela Vázquez Silva, Ruben Cabrera,
Ricardo Cruz Aviña e Nicel Rusindo Hernández.

REDACTOR JEFE

Prof. Me Isabelle de Souza Carvalho

EDITOR EJECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DE LIBROS

Erick Emmanuel García Vences

Laura Georgina Núñez García

Jhoana Díaz Larrea

Gabriela Vázquez Silva

Rubén Cabrera

Ricardo Cruz Aviña,

Nicel Rusindo Hernández.

2023 por Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright del texto © 2023 Os Autores

Copyright de la Edición © 2023 Seven Editora

PRODUCCIÓN EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDICIÓN DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDICIÓN DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECA

Tábata Alves da Silva

IMÁGENES DE PORTADA

AdobeStok

ÁREA DE CONOCIMIENTO

Ciencias agrícolas

El contenido del texto y su forma, corrección y fiabilidad son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la posición oficial de Seven Publicações Ltda.. El trabajo puede ser descargado y compartido siempre que se dé crédito a los autores, pero sin posibilidad de alterarlo de ninguna manera o utilizarlo con fines comerciales.

Todos los manuscritos fueron sometidos previamente a revisión ciega por pares por miembros del Consejo Editorial de esta editorial, y fueron aprobados para su publicación con base en criterios de neutralidad e imparcialidad académica.

Seven Publicações Ltda se compromete a garantizar la integridad editorial en todas las etapas del proceso de publicación, evitando plagios, datos o resultados fraudulentos e impidiendo que intereses financieros comprometan las normas éticas de publicación.

Las situaciones sospechosas de mala conducta científica serán investigadas bajo los más altos estándares de rigor académico y ético.



El contenido de este Libro ha sido enviado por los autores para su publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

CONSEJO EDITORIAL

REDACTOR JEFE

Profº Me. Isabele de Souza Carvalho

CONSEJO EDITORIAL

Pedro Henrique Ferreira Marçal. Vale do Rio Doce University

Adriana Barni Truccolo- State University of Rio Grande do Sul

Marcos Garcia Costa Morais- State University of Paraíba

Mônica Maria de Almeida Brainer - Federal Institute of Goiás Campus Ceres

Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifical Catholic University of Goiás

Egas José Armando - Eduardo Mondlane University of Mozambique.

Ariane Fernandes da Conceição- Federal University of Triângulo Mineiro

Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable

Maria Gorete Valus -University of Campinas

Catalogación Internacional en Datos de Publicación (CIP)
(Cámara Brasileira del Libro, SP, Brasil)

Análisis de los sistemas de alimentación
alternativa de *Oreochromis niloticus*
(linnaeus, 1758) en México [livro eletrônico]. --
São José dos Pinhais, PR : Seven Editora, 2023.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-981429-9-5

1. Aquicultura 2. Peixes 3. Peixes - Criação.

23-177887

CDD-639.3

Índices para el catálogo sistemático:

1. Peixes : Criação : Piscicultura 639.3

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

DOI: 10.56238/analissitistemas-001

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

DECLARACIÓN DEL AUTOR

El autor de este trabajo DECLARA, a los efectos siguientes, que:

No tiene ningún interés comercial que genere un conflicto de intereses en relación con el contenido publicado;

Declara haber participado activamente en la elaboración de los respectivos manuscritos, preferentemente en las siguientes condiciones: "a) Diseño del estudio, y/o adquisición de datos, y/o análisis e interpretación de los datos; b) Elaboración del artículo o revisión para que el material sea intelectualmente relevante; c) Aprobación final del manuscrito para su presentación";

Certifica que el texto publicado está completamente libre de datos y/o resultados fraudulentos y defectos de autoría;

Confirma la correcta citación y referenciación de todos los datos e interpretaciones de datos de otras investigaciones.
investigación;

Reconoce haber informado a todas las fuentes de financiación recibidas para llevar a cabo la investigación;

Autoriza la publicación de la obra, incluyendo registros en catálogo, ISBN, DOI y otros indexadores, diseño visual y creación de la portada, maquetación interna, así como su lanzamiento y difusión de acuerdo con los criterios de Seven Eventos Acadêmicos e Editora.

DECLARACIÓN DEL EDITOR

Seven Publicações DECLARA, a efectos de derechos, deberes y cualquier trascendencia metodológica o jurídica, que:

La presente publicación constituye sólo una cesión temporal de derechos de autor, constituyendo un derecho de publicación y reproducción de los materiales. La Editora no es solidariamente responsable por la creación de los manuscritos publicados, en los términos establecidos en la Ley de Derecho de Autor (Ley 9610/98), art. 184 del Código Penal y art. 927 del Código Civil; El/los autor/es son exclusivamente responsables por la verificación de tales derechos de autor y demás cuestiones, eximiendo a la Editora de los daños civiles, administrativos y penales que puedan surgir.

Autoriza la DIVULGACIÓN DE LA OBRA por el/los autor/es en conferencias, cursos, eventos, espectáculos, medios de comunicación y televisión, siempre que haya el debido reconocimiento de autoría y edición y sin ningún fin comercial, con la presentación de los debidos CRÉDITOS a SIETE PUBLICACIONES, siendo el/los autor/es y editor/es responsables por la omisión/exclusión de esta información;

Todos los libros electrónicos son de acceso abierto, por lo que se ruega no venderlos en su sitio web, sitios asociados, plataformas de comercio electrónico o cualquier otro medio virtual o físico. Por lo tanto, está exento de cesión de derechos de autor a los autores, ya que el formato no genera más derechos que los fines didácticos y publicitarios de la obra, que puede ser consultada en cualquier momento.

Todos los miembros del consejo editorial son doctores y están vinculados a instituciones públicas de enseñanza superior, como recomienda la CAPES para obtener la condición de libro Qualis;

Seven Eventos Acadêmicos no cede, vende o autoriza el uso de los nombres y correos electrónicos de los autores, o cualquier otro dato sobre ellos, para fines distintos de la difusión de esta obra, de conformidad con el Marco Civil da Internet, la Ley General de Protección de Datos y la Constitución de la República Federativa.

ORGANIZADORES DE EBOOKS



Erick Emmanuel García Vences

Licenciado en Hidrobiología por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Ciudad de México, México. Durante su formación académica ha realizado análisis bibliométricos de la ontogenia de *Ilyodon whitey* y el análisis de diferentes dietas empleadas en el cultivo de la *Oreochromis niloticus*.



Laura Georgina Núñez García

Licenciado en Hidrobiología y Maestría en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Técnico Académico Nivel C Tiempo Completo del Departamento de Hidrobiología, UAM-I. Especialista en Acuicultura con énfasis en las áreas de Hidroponía, Acuaponia, Sanidad Acuícola y Fisiología de Organismos Acuáticos.



Jhoana Díaz Larrea

Licenciada en Biología y Máster en Biología Marina por la Universidad de la Habana, Cuba. Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Profesor-Investigador, Titular "C". T.C. del Departamento de Hidrobiología, UAM-Iztapalapa. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Perfil PRODEP, del Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el Tipo Superior. Especialista en sistemática filogenética y biología molecular.



Gabriela Vázquez Silva

Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Doctora en Ciencias Biológicas y de la Salud por la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Profesor-Investigador Titular B, T.C. del Departamento El Hombre y su Ambiente, UAM Xochimilco. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, CONAHACYT. Perfil Deseable, PRODEP SEP. Especialista en manejo y conservación *ex situ* de especies endémicas de agua dulce en riesgo.



Ruben Cabrera

Biólogo de formación por la Universidad de La Habana. Ha desarrollado su investigación en osteología de peces, mamíferos y reptiles autóctonos en contextos arqueológicos. También tiene experiencia en ecología, sistemática de algas marinas.



Ricardo Cruz Aviña

Hidrobiólogo de profesión y Doctor en Ciencias Ambientales en el Área de Medio Ambiente y Salud Pública por la BUAP. Actualmente es Profesor Investigador TC en el Laboratorio de Medicina de Conservación de la FMVZ BUAP. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores CONACYT y perfil deseable PROMEP. Sus trabajos fundamentales son en ecología con énfasis en la conservación de anfibios, reptiles y peces autóctonos. Otros temas de interés han sido el desarrollo sustentable y educación ambiental.



Nicel Rusindo Hernández

Licenciado en Biología por la Universidad de la Habana, Cuba. Maestro en Parasitología por el Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí", La Habana, Cuba. Adscrito al Centro Universitario Municipal "Julio Antonio Mella", Universidad de Sancti Spíritus, Cuba. Especialista en ecología, diagnóstico y caracterización de parásitos y otros agentes etiológicos de interés sanitario.

PRESENTACIÓN

La cría en estanques de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) puede atribuirse a la cultura egipcia, donde los bajos relieves indican su uso como especie ornamental desde hace unos 4 000 años. Su historia de domesticación, ha estado tapizada por grandes desafíos como lo fue el enanismo y exceso de alevines en los estanques a mediados del siglo pasado. No es hasta el desarrollo de técnicas de reversión sexual mediante hormonas, en los años 1970 que se consolida el cultivo de poblaciones masculinas que alcanzan mejor talla en un tiempo relativamente corto. Su condición de especies foráneas también ha quedado imbricada en la memoria colectiva de muchos pobladores, quienes debido a malas prácticas de compañías piscicultoras han visto invadir, competir y sofocar a especies de peces nativos. La contribución que se presenta a continuación, aborda una búsqueda bibliográfica de las principales investigaciones realizadas en México sobre las principales técnicas de alimentación y cultivo. Si bien, esta investigación no arroja un gran volumen de trabajos de la publicados si refrenda el interés en la especie como recurso productivo.

R. Cabrera

SUMÁRIO

RESUMEN.....	9
1 INTRODUCCIÓN.....	10
2 CARACTERÍSTICAS DEL CICLO REPRODUCTIVO DE OREOCHROMIS NILOTICUS Y SUS ADAPTACIONES A LOS SISTEMAS DE CULTIVO.....	12
3 METODOLOGÍA.....	16
4 RESULTADOS.....	17
5 DISCUSIÓN.....	24
6 CONCLUSIONES.....	26
7 RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28

La tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) es una excelente opción para la producción acuícola debido a su resistencia a las condiciones desfavorables, enfermedades y su amplitud en los hábitos alimenticios. En el estudio realizado se aprecia que son seis autores mexicanos los que trabajan la especie en el periodo (2010-2021), y es la Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas la opción más frecuente utilizada como método divulgativo. De los 32 estados de la República de México, los 5 estados con más artículos publicados fueron Guadalajara (16), seguido por Veracruz, Sonora, Sinaloa y Baja California Sur, lo que se evidenció por el método de *Scopus*.

Palabras clave: Análisis, Alimentación, Cultivo, Dieta, *Oreochromis niloticus*.

La acuicultura es una alternativa para la producción de proteína de alta calidad a bajo precio, particularmente en países en desarrollo. En zonas rurales, la disponibilidad de insumos alternativos es clave para mejorar la producción en el cultivo de peces, sobre todo si dichos insumos se usan en forma cruda. Es una actividad potencial que permite diversificar el uso del suelo, ya que el agua de desecho del cultivo de peces puede ser utilizada en el riego de áreas agrícolas, para incrementar la producción y los beneficios a través de la práctica de acuicultura integral, usando recursos locales de bajo costo con tecnologías extensivas y semi-intensivas, más apropiadas para la escasa base de recursos que poseen los productores (Poot-López *et al.*, 2012).

En México, la acuicultura se promueve como una opción para incrementar los ingresos de los habitantes de zonas costeras afectadas por la sobrepesca y como innovación tecnológica en el medio rural, donde el cultivo de la tilapia ha adquirido mayor aceptación social debido a la facilidad de su cultivo. En el sureste de México, la falta de recursos económicos y la escasez ocasional de alimento balanceado (AB), han motivado a los productores rurales a alimentar a las tilapias con diversos materiales alternativos, como las hojas crudas de yuca (*Manihot sculenta*) y de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), entre otros (Poot-López *et al.*, 2012).

El nombre de Tilapia fue empleado por vez primera por Smith en 1840, es un vocablo de origen africano que significa “pez” *Oreochromis niloticus* (Figura 1), también conocida como tilapia plateada, China es el principal productor con algo más de 42% de la producción mundial (Botello *et al.*, 2011).

Figura 1. *Oreochromis niloticus* en el medio de cultivo.



Fuente: Autoría propia

El cultivo de la tilapia *Oreochromis*, se distribuyó ampliamente por todo el mundo durante las décadas de 1940 y 1950, la diseminación, más apreciada, ocurrió durante la década de 1960 y hasta la década del 80 del pasado siglo.

No son muchos los países en América Latina que presentan un enorme potencial para la producción industrial de tilapia, y que puedan disputarle el liderazgo en el mercado internacional a Ecuador, Costa Rica y Honduras. Entre ellos se encuentran Brasil y México, basados en la enorme extensión en tierra, la disponibilidad de agua en grandes regiones y los elevados consumos internos de tilapia. Sin embargo, cuando evaluamos el volumen de toneladas producidas y reportadas oficialmente en las estadísticas anuales, hay que hacer una clara separación entre la producción tecnificada y las pesqueras de tilapia en medios naturales y artificiales, que son tomadas como producción acuícola. En este aspecto, Brasil tiene actualmente un mayor ritmo de crecimiento en la producción comercial de tilapia, reflejada en el progresivo incremento de sus exportaciones, manteniendo altos niveles de consumo interno. Mientras que la actividad piscícola industrial en México crece en forma muy lenta; en la actualidad no hay empresas que lideren su crecimiento y, por otro lado, las pesqueras no han disminuido sus volúmenes de captura, sino que enfrentan el incremento de las importaciones de tilapia para abastecer su mercado interno (Jaramillo, 2011).

La calidad de la tilapia en ambientes artificiales de cultivo y producción como estanques, jaulas, y tanques circulares es buena o excelente, ya que se tiene un control directo sobre ella y su ambiente por la misma exigencia del cultivo, sin embargo, la tilapia proveniente de la captura en el medio natural presenta una calidad muy variable en color, sabor, tallas y el riesgo constante de parasitismo, que no presenta normalmente la cultivada (Jaramillo, 2011). La presente contribución se apoya en el desconocimiento que, sobre la especie, y su adaptabilidad a los sistemas de cultivo se tiene en México. Ello se fundamenta en las investigaciones publicadas desde 2010-2021 por lo que se propone analizar la efectividad de los sistemas de alimentación alternativa en la tilapia *Oreochromis niloticus* en México para lo que se emplea un análisis bibliográfico utilizando *Scopus*.

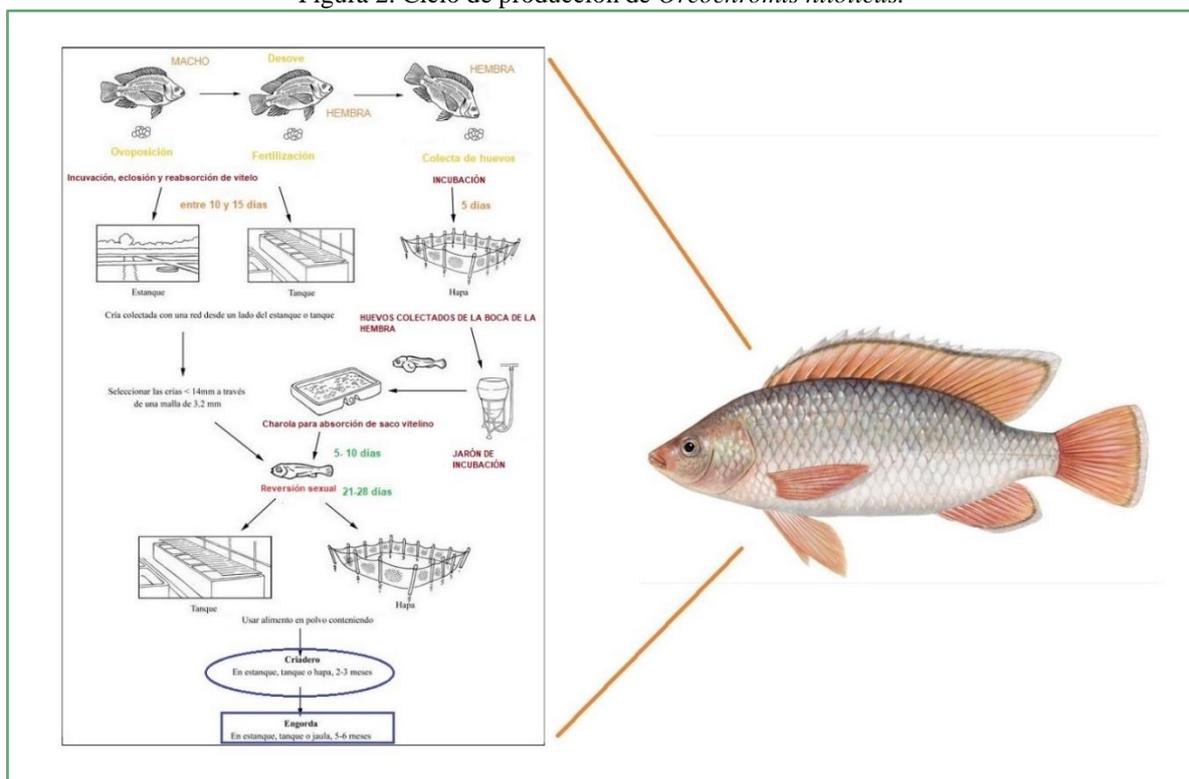
2 CARACTERÍSTICAS DEL CICLO REPRODUCTIVO DE *Oreochromis niloticus* Y SU ADAPTACIÓN A LOS SISTEMAS DE CULTIVO

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), tiene un patrón de alimentación generalista que es compuesto fundamentalmente por: fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas a los detritus (Vega-Villasante *et al.*, 2009). Las características más sobresalientes que hacen a esta especie muy adecuada para la piscicultura son su resistencia general, la facilidad de reproducción, la rápida tasa de crecimiento, la capacidad de convertir eficientemente los desechos orgánicos y domésticos en proteína de alta calidad y el buen sabor (FAO, 2009). La especie es longeva, y puede alcanzar hasta los 10 años, sin embargo; su maduración sexual alcanza su clímax entre los 5 y 6 meses.

El proceso de reproducción empieza cuando el macho establece excava un nido en la grava a manera de cráter.

La hembra madura desova en el nido, y tras la fertilización por el macho, la hembra recoge los huevos en su boca y se retira (Figura 2).

Figura 2. Ciclo de producción de *Oreochromis niloticus*.



Fuente: Modificado de FAO (2009)

La hembra incuba los huevos en su boca, y cría a los pececillos hasta que se absorbe el saco vitelino. La incubación y crianza se completa en un período de 1 a 2 semanas, dependiendo de la temperatura (Morales, 1991). Cuando se liberan los pececillos, estos pueden volver a entrar a la boca de la madre si les amenaza algún peligro. Siendo una incubadora bucal materna una forma eficaz de

contrastar la depredación. En áreas no supervisadas por la actividad acuícola, la especie asilvestrada es consumida activamente por aves acuáticas (Figura 3).

Figura 3. Depredación de *Oreochromis niloticus*



Fuente: Autoría propia

El cuidado parental de la especie no puede llevarse a término en las condiciones de cultivo (Figura 2). Y una premisa que los piscicultores deben considerar es que, el número de huevos y su viabilidad dependerá de la talla y peso de la hembra. Los ejemplares por debajo de los 600 gramos de peso no producen alevines de calidad (Yi *et al.*, 1996), por lo que muchos granjeros conservan su pie de cría durante varios periodos reproductivos.

La reproducción comercial de la tilapia del Nilo se desarrolla en estanques, tanques o *hapas* (corrales de red) (Figura 2), donde la proporción entre hembras y machos es variable según el método de cría [1-4:1; 2-3:1]. La densidad de siembra de los reproductores es variable, oscilando entre 0,3-0,7 kg/m² en tanques pequeños o de 0,2-0,3 kg/m² en estanques. Para los corrales de red (*hapas*) es de 0,7 kg/m².

A los reproductores se les suministran alimentos diariamente [0,5-2 % de su peso corporal]. Las crías que ya nadan, se concentran en una esquina del estanque o del tanque y se pueden recolectar con redes de malla fina (Saavedra, 2003).

La cosecha de alevines se realiza de forma continua [seis veces cada día por un período de 10 semanas]. Los estanques deben drenarse y reciclarse cada uno o dos meses, ya que las crías que se escapan son muy voraces y depredan sobre las crías de los subsecuentes desoves. Alternativamente los tanques o estanques se cosechan completamente a las 2 ó 4 semanas del período de desove. La producción de crías (<14 mm) varía de 1,5 a 2,5 crías/m²/día (20 a 60 crías/kg hembras/día) (Saavedra, 2006).

La producción comercial de tilapia generalmente requiere del uso de poblaciones macho. Los peces machos de tilapia crecen al doble de velocidad que las hembras. Por lo tanto, en las poblaciones mixtas se genera una gran disparidad en las tallas de los peces cosechados. La presencia de tilapias hembras genera una reproducción descontrolada, exceso de reclutamiento de alevines, competencia por el alimento y enanismo de la población original, lo que impide que se alcancen las tallas comerciales (Saavedra, 2006).

En las poblaciones mixtas, el peso de los reclutas puede constituir hasta el 70 % del peso total de la cosecha. Por ello es necesario revertir el sexo de las crías hembras. Ello es posible debido a que la tilapia adquiere su diferenciación sexual varios días después de la absorción del saco vitelino. Si se suministra hormona masculina a las tilapias hembra en el alimento, se desarrollarán como machos fenotípicos. Las crías cuyo sexo ha sido revertido alcanzan un peso promedio de 0,2 g después de 3 semanas y de 0,4 g después de la cuarta semana. En porcentajes del 95-100 % se considera la reversión sexual de alevines (Watanabe *et al.*, 2002).

El cultivo de tilapia en estanques requiere una amplia gama de insumos tales como subproductos agropecuarios (salvado, tortas de aceite, vegetación y abonos), fertilizantes inorgánicos y alimentos. Los rendimientos anuales pueden alcanzar o superar las 5 t/ha utilizando sistemas de policultivo con carpas. En sistemas de monocultivo de tilapia, el estiércol animal aporta nutrientes que estimulan el crecimiento del fitoplancton rico en proteína que consume la tilapia del Nilo por filtración. El estiércol del búfalo de agua tiene menor nivel de nutrientes en comparación con el guano de pato y de pollo. La obtención de niveles adecuados de nutrientes a partir del estiércol implica un riesgo de falta de oxígeno debido a la sobrecarga de materia orgánica. Por lo tanto, en los sistemas de producción de bajos insumos, se utiliza una combinación apropiada de estiércol y fertilizantes inorgánicos (Costa-Pierce *et al.*, 2000).

Muchas granjas dependen casi exclusivamente de alimentos balanceados de alta calidad para la engorda de la tilapia en estanques. Las tilapias macho se siembran a densidades de entre 1 y 3 peces/m², alcanzando un peso de entre 400 y 500 g en un período de 5 a 8 meses, dependiendo de la temperatura del agua. Los rendimientos normales varían de 6 a 8 t/ha/ciclo de cultivo (Fitzsimmons, 1997).

Los costos en alimentación durante el engorde de tilapia representan entre (50-60 %) de los costos totales (Nicovita, 2012). Debido a los altos costos en alimentación, es fundamental una evaluación continua de las estrategias de alimentación en la fase de engorde y asegurar que el alimento sea consumido por el pez, de lo contrario, el alimento simplemente se convierte en un fertilizante caro, disminuyendo la rentabilidad del negocio y afectando la calidad del agua (Nicovita, 2012).

La estrategia de alimentación *ad libitum* es popular en nutrición animal ya que minimiza la

mano de obra en el reparto de alimento, consigue bajos índices de conversión alimenticia (ICA), elimina los problemas de jerarquía o competencia entre individuos y logra uniformidad de tallas y peso en la población (Caravaca *et al.*, 2003).

El concepto de alimentación *ad libitum* en organismos acuáticos es distinto que en otras especies terrestres ya que los alimentos balanceados pierden sus propiedades al contacto con el agua y por esta razón las raciones son divididas en periodos de tiempo. La estrategia de la alimentación del 90% del *ad libitum* sugiere cubrir en un 90% de los requerimientos de los peces; se sabe que el pez consume más alimento del que necesita, por lo tanto; existe un porcentaje de energía que no es aprovechado de una manera eficiente. Con esta estrategia se intenta llegar al punto de máxima eficiencia en cuanto a ICA (Lovell, 1989). La teoría de alimentar al 90 % del *ad libitum* (Lovell, 1989) es utilizada y recomendada por el Consejo de Exportación de Soya de los Estados Unidos (USSEC).

La tilapia se produce más en los países tropicales y subtropicales por tener temperaturas favorables para su crecimiento (FAO, 2017). Estos países alcanzan costos de producción tan bajos como 0,55-0,65 USD/kg, lo que facilita el comercio con el principal importador que son los Estados Unidos de América. En 2004 se exportaron hacia los Estados Unidos 227 300 t (peso vivo). Los productos importados incluyen pescado entero congelado, filetes congelados y filetes frescos. Los costos de producción de países templados son demasiado elevados para competir en estos mercados. Por lo tanto, la tilapia producida en países templados generalmente se comercializa en mercados de peces vivos, en donde se pueden obtener precios más altos (FAO, 2009).

Se realizó el análisis mediante la revisión de artículos basados en las dietas o la alimentación de la tilapia en cultivos publicados en la base de *Scopus* y en la red a partir del 2010 al 2021, para finalmente realizar un análisis de acuerdo a los sistemas de alimentación alternativa que se han empleado en los cultivos; y se determinó en base a la información analizada las dietas más eficaces para la elaboración de un sistema de alimentación alternativa más eficaz. Para ello se realizaron una serie de actividades que se muestra el cronograma de actividades (**Tabla 1**).

Tabla 1 Cronograma de actividades realizadas

Actividad	Septiembre Octubre	Noviembre Diciembre	Enero Febrero	Marzo Abril	Mayo Junio	Julio Agosto
Selección de especie	X	X				
Selección de sitio de estudio	X	X				
Se registraron los sitios de cultivo	X	X				
Se recopiló información en México			X	X		
Se recolectó información de las fuentes de alimentación			X	X		
Se integró información de la alimentación alternativa			X	X		
Se registró información de las dietas					X	X
Se determinaron las dietas que se han empleado en México					X	X
Se determinaron cuáles dietas han sido mejores				X	X	
Se discutieron los resultados obtenidos referentes a las dietas empleadas				X	X	
Redacción de las Conclusiones				X	X	
Redacción del Informe Final				X	X	

Se registraron un total de 30 publicaciones en la base de datos *Scopus* entre los años 2010 y 2021 para México. Los resultados indicaron que 11 (36%) de los artículos tienen acceso abierto, mientras que 19 (64%) se encontraron en revistas que brindan a los autores la opción de publicar en acceso abierto. La mayoría de las publicaciones 25 (83%) fueron escritas en inglés, 3 (10%) en inglés-español y 2 (7%) en español.

Se graficó la tendencia de los 30 documentos publicados (Figura 4), donde se detalla que el año 2021 fue el de mayor publicación, caso contrario en los años 2013 y 2014 donde se registró el mayor decremento con 0 publicaciones.

Figura 4. Tendencia de trabajos publicados en revistas



Fuente: Autoría propia

Los autores que más publicaron artículos de la especie se detallan en la Figura 5.

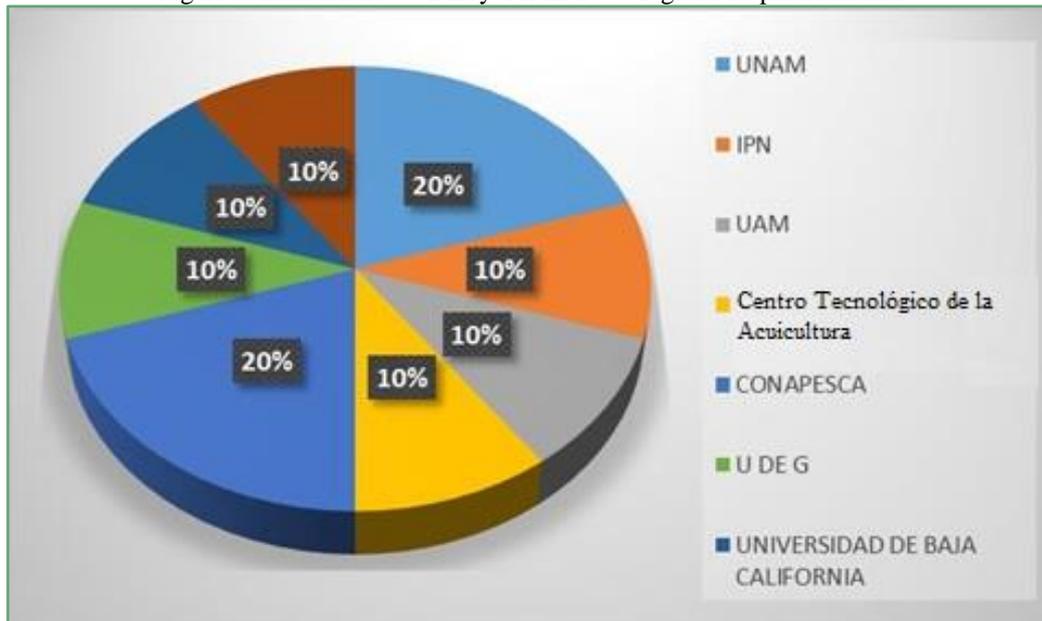
Figura 5. Principales autores que han publicado más sobre la especie [solo se incluye primer autor]



Fuente: Autoría propia

Se registraron las principales instituciones en México que más publicaron sobre la especie: la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad de Sonora, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Centro Tecnológico de la Acuicultura, la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, la Universidad de Guadalajara, la Universidad de Baja California y la Universidad de Tabasco (Figura 6).

Figura 6. Instituciones con mayor número de registro de publicaciones

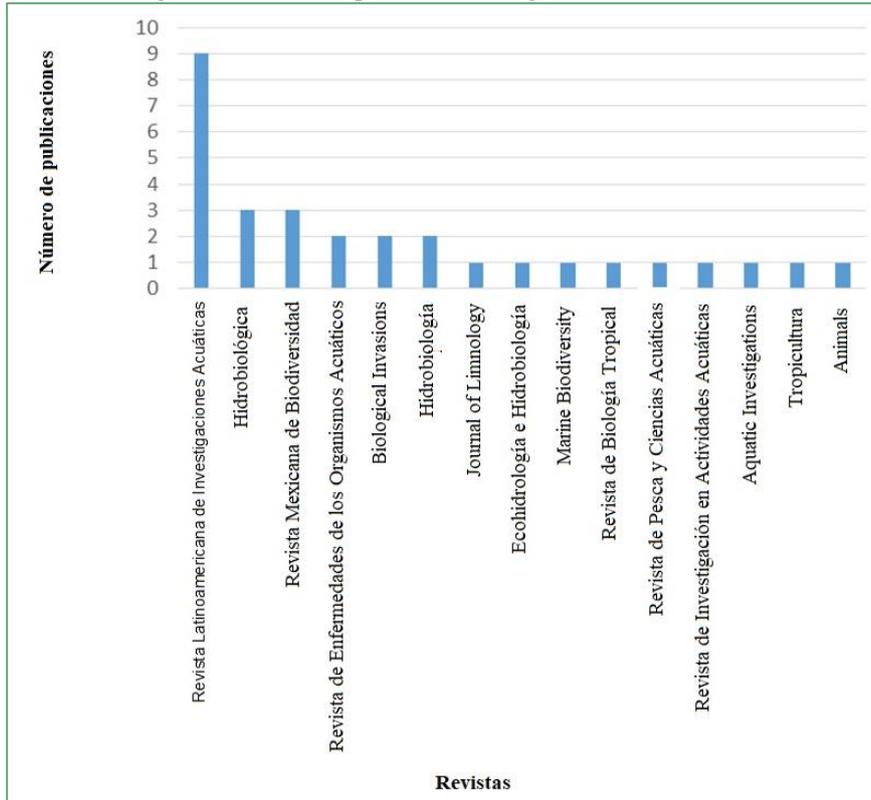


Fuente: Autoría propia

De los 30 artículos publicados en el período 2010-2021, le corresponde a la *Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas* (Figura 7) el mayor número de publicaciones con artículos (9), seguida de las revistas *Hidrobiológica* (3), la *Revista Mexicana de Biodiversidad* (3), *Hidrobiología* (2), la *Revista Enfermedades de los Organismos Acuáticos* (2), *Biological Invasions* (2) y las revistas *Ecohidrología e Hidrobiología*, *Journal of Limnology*, *Marine Biodiversity*, *Revista de Biología Tropical*, *Revista de Pesca* y *Ciencias Acuáticas* solo han publicado 1 artículo, cada una de ellas, sobre la especie tratada.

De los 32 estados de la República de México, los 5 estados con más artículos publicados (Figura 8) son Guadalajara (con el mayor número) seguido por Veracruz, Sonora, Sinaloa y Baja California Sur.

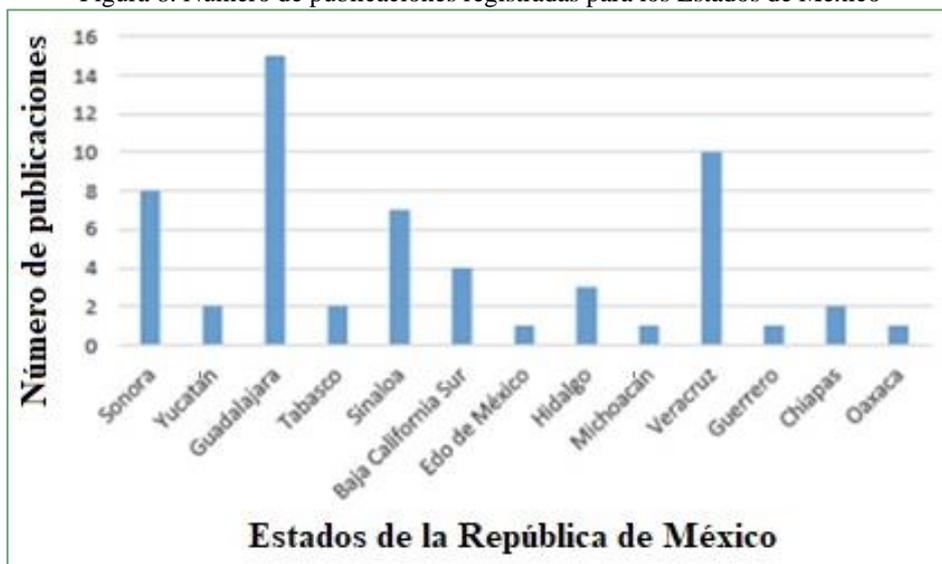
Figura 7. Número de publicaciones registradas en Revistas



Fuente: Autoría propia

De los 32 estados de la República de México, los 5 estados con más artículos publicados (Figura 8) son Guadalajara (con el mayor número) seguido por Veracruz, Sonora, Sinaloa y Baja California Sur.

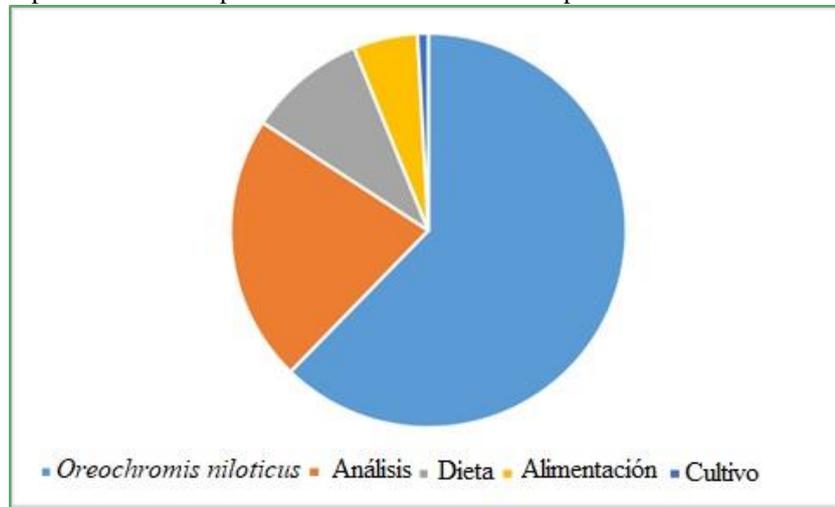
Figura 8. Número de publicaciones registradas para los Estados de México



Fuente: Autoría propia

En cuanto a los temas tratados o palabras clave (Figura 9) destaca el que se enfoca a la especie *Oreochromis niloticus* con un 71% del total, Análisis contribuye con un 25%, Dieta en un 11%, Alimentación en un 6% y Cultivo en un 1%.

Figura 9. Distribución porcentual de las palabras clave abordadas en las publicaciones sobre *Oreochromis niloticus*



Fuente: Autoría propia

Las principales dietas que se utilizan para la alimentación de la especie se muestran en las Tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Dietas para el crecimiento de la tilapia tomada de (Jamillo, 2011)

INGREDIENTES	Cantidad	proteína %	Lípidos	digestibilidad %
DIETA B				
harina de pescado	39	24,18	2,811	33,852
harina de hoja de mangle	5	0,395	0,21	3,55
pasta de coco	15	1,53	8,61	7,35
harina de algas marinas	5	3,876	3,876	23,35
harina de tubo de yuca	34	0,405	0,073	4,665
Total	98	30,386	15,58	72,767
DIETA C				
harina de pescado	30	18,6	2,163	26,04
harina de soya	14	5,418	1,372	13,202
harina de salvadillo	20	2,62	0,36	19,52
harina de sorgo	18	2,034	0,414	17,1
harina de trigo	8	0,88	0,176	7,76
harina de maíz	8	0,664	0,184	7,36
Total	98	30,216	4,669	90,982
DIETA D				
harina de pescado	40	24,8	2,884	34,72
harina de mangle	15	1,185	0,63	10,65

En la Tabla 2 se observan tres tipos de dietas con distintos ingredientes que se han empleado en la alimentación de la tilapia para su crecimiento. Se manejaron ingredientes de menor costo con el fin de sustituir a la harina de pescado y a la harina de soya, esto debido a que son alimentos muy caros y que se ha vuelto de difícil alcance. La dieta D a pesar de que está conformada de los mismos ingredientes que la dieta B, se observa que es la que resulta con menor aporte de proteínas a comparación con la dieta C y la B, pero es la segunda en cuestión de aporte de lípidos y de peso. La dieta C conformada de puras harinas es la que menos lípidos aporta, pero es la segunda en aporte de proteínas y por último la dieta B es la que mayor aporte tiene de lípidos y de proteínas, por lo cual estimo que la dieta que resulta más factible en cuanto a peso es la dieta C ya que nos dará peces de buen

peso y de mejor calidad de carne.

En la Tabla 3 se manejan los niveles que se han usado en distintos cultivos comparados con los que se recomiendan de acuerdo al peso del pez, así como las proteínas que más se han utilizado, se aprecia que los niveles recomendados siempre son hasta el 100% y los niveles que se han llegado a probar en los cultivos han respetado esos estándares a lo cual se puede llegar a tener mejor calidad en cuestión a las tilapias cultivadas y a su peso. De igual manera se aprecian que las fuentes de proteína son de diferentes orígenes lo que permite tener alternativas que pueden daren un futuro mejores resultados favorables. Respecto a las fuentes se aprecia que las de origen vegetal se pueden llegar a utilizar a un menor peso del pez, dado a que se pueden conseguir de una manera más rápida y con ello los resultados pueden ser alcanzados en un menor tiempo, por lo tanto, estimo que las fuentes de origen vegetal son las mejores en cuanto a costo como a cuanta efectividad en cuestión de peso y carne.

Tabla 3. Niveles recomendados de diferentes fuentes alternativas de proteínas probadas. Tomada de Romero (2019)

Fuente de proteína	Niveles probados (%)	Niveles recomendados (%)	Peso del pez (g)
Harina de Camarón	100	100	20
Desechos de cabeza de Camarón	0-60	60	1.4
Harina de Carne y hueso + Met	40-50	50	11 mg
Harina de Carne y hueso	100	100	20
Harina de sangre	100	<100	20
Harina de pluma hidrolizada	0-100	66	0.01
Harina de pluma hidrolizada + AAE	10-50	30	4-5
Lodo de despojos de aves	0-20	20	10.8
Harina de semillas oleaginosas			
Harina de Soja + Met	75	75	8.0
Concentrado de proteínas de Soja	0-100	100	3.2
Harina de semillas de algodón + Lis	100	100	20
Torta de germen de palma de aceite	0-100	60	2.5
Torta de macadamia prensada	0-100	50	7.5-12

Proteínas de hojas terrestres y proteínas de grano			
Harina de hojas de mandioca	20-100	<100	14-15
Harina de canavalia	20-30	20-30	7.6
Concentrado de proteínas de hojas de caopi	0-50	20-30	0.16
Gluten de maíz + Harina de Soja	100	100	30
Haba tostada + Met	20-80	40-80	5
Plantas Acuáticas			
<i>Azolla (A.pinnata)</i>	8-42	42	0.011
<i>Azolla (A.pinnata)</i>	0-100	<25	4-40
Water net (<i>Hydrodictyon</i> sp.)	0-100	20	1
<i>Eleocharis</i> sp	20-40	20-30	7
Espiga rizada de agua (<i>Potamogeton</i> sp)	25-50	25	14.5
Lenteja de agua (<i>Lemna</i>)	0-50	50	14.5
Lenteja de agua (<i>Spirodela</i>)	0-100	30	13.9

Fuente: El-Sayed (2006), modificado

Tabla 4. Composición de ingredientes (%) y análisis aproximados de la dieta control y diferentes tratamientos experimentales [T1, T2, T3, T4] (Abdel-Warith *et al.*, 2019).

Ingredientes (%)	Control	T1	T2	T3	T3
Maíz amarillo	24	23	22	21	20
Frijol de Soja	22	22	22	22	22
Harina de pescado	20	15	10	5	0
Harina de camarón	0	6	12	18	24
Salvado de trigo	30	30	30	30	30
Vitamina y minerales	2	2	2	2	2
Aceite de pescado	2	2	2	2	2
Total	100	100	100	100	100
COMPOSICIÓN APROXIMADA (%)					
Materia seca	94.5	95.1	94.3	94.9	93.8
Proteínas Crudas	28.49	29.57	29.61	29.65	29.70
Lípidos Crudos	7.06	7.31	7.53	7.74	7.95
Fibra Cruda	7.40	8.03	8.56	9.09	9.62
Cenizas	6.19	6.99	7.79	8.60	9.40

En esta Tabla 4 se muestra los resultados obtenidos de un estudio basado en una dieta base de aminoácidos esenciales para sustituir a la harina de pescado, la cual se sabe tiene un contenido suficiente y equilibrado de aminoácidos (AA) en comparación con las fuentes de proteínas vegetales que, a menudo, están limitadas en algunos de los aminoácidos esenciales con los consiguientes efectos negativos sobre el crecimiento y la utilización del alimento cuando se sustituye la harina de pescado en las formulaciones dietéticas. De igual manera se sabe que a niveles tan altos de fuentes vegetales de reemplazo se requiere la suplementación de AA esenciales en las dietas de los peces, esta se llevó a cabo en un periodo de 7 días en los cuales se tomaron como medidas varios parámetros en los cuales se aprecian valores que van en forma decreciente conforme aumenta o disminuye la porción de aminoácidos.

Explotaciones tradicionales, no intensivas de tilapia utilizan en la etapa de engorde alimentos (20-28 %) de proteína alcanzando un índice de alimentación (IA) de (1.1 a 683 g de peso vivo) en un periodo de seis meses según refiere Paz *et al.*, (2019).

La búsqueda en la base de datos *Scopus* con la palabra “*Oreochromis niloticus*” y ajustando los intervalos de tiempo que corresponden (del 2010-01-01 al 2021-12-31), que son los años que comprende el presente estudio, arrojó 9866 resultados, pero para México solo se obtuvieron 101 coincidencias, usando las palabras claves como Dieta, Cultivo, Alimentación.

La tilapia tiene hábitos alimenticios muy amplios, es decir, puede ser alimentada de manera artificial con subproductos de la agricultura (estiércol de bovinos, porcinos y aves), hojas (yuca), vegetales (papa, repollo), granos básicos (maíz y soya) y alimentos concentrados. El uso de estos productos como alimentos para la tilapia permite reducir el tiempo para la cosecha en sistemas extensivos o de subsistencia (Valderrama & Engle, 1999).

El gran auge del cultivo de la tilapia se debe fundamentalmente a diferentes características que la hacen relativamente fácil de cultivar. Entre estas características se encuentran: rápido crecimiento, resistencia a enfermedades, fácil reproducción en cautiverio y tolerancia a un gran rango de condiciones ambientales adversas (Shiau, 2002). Las características mencionadas hacen que la tilapia sea la especie acuícola preferida por los proyectos de desarrollo rural en sistemas de pequeña y mediana escala de producción (Siddhuraju & Becker, 2003).

Los desafíos de su alimentación en cautividad son muy costosos lo que afecta en ocasiones su rentabilidad como recurso, afectando la rentabilidad en el cultivo de tilapia, después del precio de venta (Green *et al.* 2000). El precio de los alimentos balanceados para peces está influenciado principalmente por su contenido de proteína cruda y el precio de la materia prima que proporciona esta, que generalmente es la soya (*Glycine max*). El aumento constante en el precio del concentrado y el alto costo de los fertilizantes químicos, afecta a los pequeños productores que no cuentan con el capital para comprar este tipo de insumos. Típicamente, esto resulta en una cosecha de peces pequeños y una baja rentabilidad en la unidad de producción (Siddhuraju & Becker, 2003). El alza de los precios del maíz y la soya, el difícil manejo del estiércol (contaminante del agua) y la falta de conocimiento y disponibilidad de otros subproductos, son factores que impulsan al productor a encontrar nuevas fuentes complementarias de alimento y disponibles localmente (Tabla 3).

Los resultados de la información obtenida sobre la alimentación de la especie *O. niloticus* por medio de *Scopus* arrojan resultados significativos ya que, esta base de datos es muy utilizada en la búsqueda de referencias bibliográficas de publicaciones científicas, revistas científicas, investigadores, organizaciones de investigación, países, palabras clave o términos. La misma llega a cubrir áreas de ciencia, tecnología, medicina y ciencias sociales. Las herramientas de esta base de datos permiten buscar documentos y acceder a los textos, evaluando el rendimiento de publicaciones y autores, así como su información relacionada con el mismo (Semaan, 2018)

De acuerdo con Jaramillo (2011) la especie *Oreochromis niloticus* habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo donde se encuentren las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento, su introducción a México en 1964 y abarca América Central, el sur del Caribe, sur de Norteamérica, sudeste asiático, Medio Oriente y África.

Durante el periodo de investigación 2010-2021 se pudo apreciar que existe poca información

acerca de la especie *Oreochromis niloticus*, sin embargo, la poca información que hay nos traslada al tiempo en que fue introducida a nuestro país, mostrándonos que los principales estados que han aportado información al respecto de esta especie en artículos son: Yucatán, Guadalajara, Baja California Sur, Hidalgo, Michoacán, Sonora, Sinaloa, Tabasco. En cuanto a su producción esta alcanza las 117 806 t / anuales, los estados más productores son: Chiapas con 28.782 t, Jalisco con 27.739, Michoacán 9.663, Veracruz 8.762 y Sinaloa 8.85 produciendo el 70% del volumen de la información publicada de esta especie.

De acuerdo con Peña (2012) una revisión bibliográfica es un texto que tiene como propósito presentar una síntesis de las lecturas realizadas durante la fase de investigación documental, seguida de unas conclusiones o una discusión. La elaboración de una revisión bibliográfica pasa por tres grandes fases: la investigación documental, la lectura y registro de la información y la elaboración de un texto escrito.

El presente estudio que abarca del (2010 -2021) destaca el año 2021 como el más productivo en cuanto al número de publicaciones. De los 13 Estados de México donde se registran publicaciones sobre la especie destaca, Guadalajara. Las instituciones que más han publicado sobre *Oreochromis niloticus* son la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Baja California Sur, ambas con el 20 % de la información registrada.

El análisis por cita de autores considera a Romero (2019) con el mayor número de referencias sobre el tema. Por su parte la Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas es la que obtuvo la mayor cantidad de publicaciones en el período.

Referente a las palabras claves que se utilizaron en la elaboración del análisis, corresponde a *Oreochromis niloticus* el mayor número de alusiones.

Con respecto a las dietas más utilizadas se observa que, las dietas experimentales a base de aminoácidos son más empleada que su contraparte a base harina de pescado, lo que es favorable para los productores por sus bajos coste.

- Se recomienda la utilización de palabras clave para agilizar la búsqueda en *Scopus* y obtener resultados más concisos.
- Realizar más estudios dirigidos a la alimentación o dietas para conocer las publicaciones recientes de *Oreochromis niloticus* en México.
- Es importante en un futuro considerar a otras bases de datos disponibles

(Scielo, Latindex, *High Wire*), para llevar a cabo la búsqueda de información.

- Abdel-Warith, A-W., Al-Asgah, N., El-Sayed, Y., El-Otaby, A., & Mahboob, S. (2019). El efecto de reemplazar la harina de pescado con aminoácidos y niveles optimizados de proteína en la dieta de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileña de Biología*, 79 (4), 703-711.
- Botello, A., Viana, M., Tellez, E., Pulles, E., Cisneros, M., Solano, G., Valdivie, M., Miranda, O., Rodríguez, Y., Cutiño, M., & Saván, L. (2011). *Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para engorde de tilapia roja*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Dimitrov, Cuba, 9 pp.
- Caravaca Rodríguez, F.P., Castel Genís, J.M., Guzmán Guerrero, J.L., Delgado Pertíñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M.J., & González Redondo, P. (2003). *Bases de la producción animal*. Primera Edición. Sevilla, España: Servicios de Publicaciones Universidad de Córdoba. 512 pp.
- Costa-Pierce, B.A., & Rakocy, J.E. (2000). *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 2. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 264 pp.
- El-Sayed, A.F.M. (2006). *Tilapia Culture*. First edition. Oxfordshire (UK): CABI Publishing. 77 pp.
- FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations]. (2009). *Oreochromis niloticus*. [Crespi, V., & New, M., Eds.]. En: *Fichas técnicas de especies acuáticas cultivadas*.
- FAO (2017). *Acuicultura: Desarrollo de la acuicultura* [internet]. Roma: FAO. [en línea] <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- Fitzsimmons, K. (1997). *Tilapia Aquaculture: Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Orlando, Florida, USA. Northeast Regional Agricultural Engineering Service-106, Ithaca, New York, USA, 808 pp.
- Green, B.W., Teichert-Coddington, D.R., & Hanson T.R. (2000). *Desarrollo de Tecnología de Acuicultura Semi-intensiva en Honduras: resumen de las investigaciones en acuicultura de agua dulce realizadas por el Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Acuicultura/Dinámica de Estanques (PD/A CRSP) de 1983 a 1992*. Centro Internacional para la Acuicultura y Medio Ambiente Acuático, Series para la Investigación y Desarrollo Número 45, Universidad de Auburn. Alabama, USA, 48 pp.
- Jaramillo, A. (2011). *Creación de una granja de engorda de tilapia O. niloticus en el estado de Hidalgo*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Departamento de Hidrobiología, México, 32 pp.
- Lovell, T. (1989). *Nutrition and feeding of fish*. Second edition. New York (USA), Editora Springer US, 260 pp.
- Morales, D.A. (1991). *La Tilapia en México. Biología, Cultivo y Pesquerías*. [A.G, SA. Ed.], 190 pp.
- Nicovita. (2012). *Manual de Crianza de Tilapia*. Lima, Perú. [en línea] <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manualdecrianzadetilapia.pdf>

Paz, P. E., Martínez Turcios, A.D., & Chávez Chávez, J.I. (2019). Producción de tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) en la etapa de engorde con dos estrategias de alimentación. *Ceiba* 0843:1–6.

Peña, L. (2010). *La revisión bibliográfica*. Facultad de Psicología. 1-12 pp.

Poot-López, G., Gasca, E., & Olvera, M. (2012). *Producción de Tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus L.) utilizando hojas de chaya (Cnidocolus aconitifolius) como sustituto parcial de alimento balanceado*. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México, 12 pp.

Romero, M.R. (2019). *Elaboración y evaluación de una dieta formulada con Lupinus albus y harina de huevos infértiles de incubadora en la cría de Tilapia (Oreochromis niloticus)*. Centro Universitario de ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas. Zapopan, Jalisco, 50 pp.

Saavedra, 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, 25 pp.

Saavedra, M. A. (2006). *Texto de Asignatura Producción Agropecuaria y Acuícola*. Carrera Ingeniería Industrial. Departamento de Tecnología y Arquitectura. Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua, 22 pp.

Semaan, S. (2018). *¿Qué es Scopus? ¿Y para qué sirve?* Biblioteca San Juan de Dios.

Siddhuraju, P., & Becker, K. (2003). Comparative nutritional evaluation of differentially processed mucuna seeds (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wall ex Wight) Baker ex Burck) on growth performance, feed utilization and body composition in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*, 34 (6), 487-500.

Valderrama, D., & Engle, C. (1999). Risk Analysis of shrimp farming in Honduras. Pond Dynamics/Aquaculture CRSP Seventeenth Annual Administrative Report (1 August 1998 to 31 July 1999). Oregon State University. Corvallis, USA.

Vega-Villasante, F., Ceballos, J. B., Magaña, A.L., Galindo-López, J., & Cupul- Magaña, F. G. (2009). *Manual de acuicultura de tilapia a pequeña escala para autoconsumo de familiares rurales y periurbanas de la costa del Pacífico*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario La Costa y Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba [Chong Carrillo, O. Ed.], Guadalajara, Jalisco. 87 pp.

Watanabe, W.O., Losordo, T.M., Fitzsimmons, K. & Hanley, F. (2002). Tilapia production systems in the Americas: technical advances, trends, and challenges. *Reviews in Fisheries Sciences*, 10 (3-4), 465-498.

Yi, Y., Lin, C. K., & Diana, J. S. (1996). Influencia de la densidad de siembra de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en su crecimiento y rendimiento en jaulas y estanques que contienen las jaulas. *Acuicultura*, 146, 205-215.

REALIZACIÓN:

SEVEN
publicações acadêmicas

¡ACCEDE A NUESTRO CATÁLOGO!



WWW.SEVENEVENTS.COM.BR

CONECTANDO AL **INVESTIGADOR** Y LA **CIENCIA** EN UN SOLO CLIC.